SHARP新携帯情報ツール･ZAURUS ＆ BASICカード

圧力損失計算

Zカード Ver5.0

例解･操作手順書

第3版

適用機種：PI-6000 ,PI-6500 ,PI-8000
カード形式：PI-3C95-2 ,-3 ,-6 ,-X

平成 22 年9月

株式会社アップライズシステムデザイン

［ご注意］

◇本書及び本ソフトウエアの内容の全部又は一部を、当社の許可なく複写･複製あるいは転載することを禁じます。

◇本カードを使用したことによる金銭上の損害及び逸失利益又は第三者からのいかなる請求についても当社は一切その責任を負いませんので、あらかじめご了承下さい。

◇お客様又は第三者が本カードの使い方を誤った時や、本カードが静電気･電気的ノイズの影響を受けた時、また故障･修理や電池交換のときは、記憶内容が変化･消失する恐れがあります。記憶内容が変化･消失したことによる損害については、当社は一切その責任を負いませんのであらかじめご了承下さい。

◇本書の内容及び本ソフトウエアは、改良のため予告なく変更する場合があります。

目　次

＜シャープ･新携帯情報ツール ZAURUS の取扱について＞

◆おねがい
◆BASIC カードについて
◆電池交換について
　動作用電池
　カード用電池
　メモリー保護用電池
◆異常が発生した場合の処理
　リセット操作
　初期化操作
　データ異常
◆その他ツール本体の操作
　時計を合わせる
　鳩時計を入/切するには
　キータッチ音の入･切
　オートパワーオフ時間の設定

＜圧力損失カードの基本操作＞

◆操作上の注意
◆メニューキーと基本操作
　プログラムの起動
　基本操作
　圧力損失計算メニューキーの説明
◆圧力損失計算ソフトの仕様

＜流れの計算指針＞

［1］管内流れの基礎
　◆理想気体の状態式

◆実在気体の状態式
◆気体の圧縮係数と Z 線図
◆混合ガスの状態式
◆連続の式
◆ベルヌーイの式
◆エネルギー収支式
◆運動量の法則
[2] 円管内の平均流速
[3] 物性値（計算に必要なデータ）
[4] レイノルズ数
[5] 円管の摩擦係数
[6] 直円管の摩擦による圧力損失
[7] 真空配管における粘性流の摩擦による圧力損失
[8] 円形断面以外の配管の摩擦による圧力損失
[9] 管路の諸損失
◆継手･弁類の圧力損失
◆急拡大による圧力損失
◆ゆるやかな拡大による圧力損失
◆急縮小による圧力損失
◆オリフィスの圧力損失
◆ベンダ：滑らかな曲管の圧力損失
◆エルボ：角ばった曲管の圧力損失
◆容器管流出の損失頭
◆コイル管の圧力損失
[10] バルブの Cv 値計算
◆Cv 値とは何か
◆流体が液体の場合の Cv 値
◆流体が気体の場合の Cv 値
◆流体が水蒸気（スチーム）の場合の Cv 値
◆流体が一般蒸気の場合の Cv 値
[11] 気体のデータ（密度と粘度）
◆14 種
[12] 液体のデータ（密度と粘度）
◆21 種
[13] 参考文献

＜単位変換･例解操作＞

［A］単位単独変換
1. 温度
2. 圧力
3. 粘度
4. 動粘度
［B］単位内部設定

＜円筒管内の摩擦による圧力損失･例解操作＞

［C］気体/内部データ使用･円筒管内の摩擦による圧力損失
1. メタンガス、20℃、10MPa･abs、SGP＋90゜エルボ＋弁
2. 許容圧損から管径を求める、N2 ガス、0.3MPa･abs、SUS
3. 最大流量を求める、N2 ガス、0.4MPa･abs、SUS
4. 流速からガス流量を求める、空気、2、5、10kgf/cm2･G
5. 圧縮空気、20℃、10kgf/cm2･G、100 及び 0.8Nm3/h、銅引抜管
6. 水素ガス、20℃、5kgf/cm2･G、3kg/h、SUS
7. 水素ガス、20℃、25atm、800kg/h、SUS＋90゜エルボ＋弁
8. 窒素ガスの長い配管、20℃、0.8MPa、400NL/min、PD>0.4P1

［D］液体/内部データ使用･円筒管内の摩擦による圧力損失
1. 水、20℃、5kgf/cm2･G、10m3/h、塩ビ管（VP-40）
水平部＋垂直部＋90゜ｴﾙﾎﾞ＋ｸﾞﾛｰﾌﾞ弁
2. 流量と流速から管内径を求める、水、1.5m/s、塩ビ管（VP）
3. 管内径と流速から流量を求める、水、1.5m/s、水平設置
4. 水、20℃、端末ノズル供給圧と供給流量

［E］気体（水蒸気）/内部データ･円筒管内の摩擦による圧力損失
1. 飽和水蒸気、200℃、15.85kgf/cm2･A、STPG38
2. 過熱水蒸気、400℃、40kgf/cm2･G、STPT38
【スケジュール番号の決定方法】

［F］混合気体（2～5種）･円筒管内の摩擦による圧力損失
1. 空気を混合ガスとして比較計算
2. 内部データ使用（3 種混合、O2＋N2＋H2O）
200℃、8.4332kgf/cm2･A、1730Nm3/h、SUS304TP-65A
3. 内部データと外部データ使用
4. 内部データ使用、5 種混合（H2、CH4、CO2、N2、C3H8）

［G］気体/外部データ使用･円筒管内の摩擦による圧力損失
1. アンモニアガス、20℃、3kgf/cm2･G、SUS304TP
2. ネオンガス、100℃、12MPa、ID=4mm、20Nm3/h
3. 流量と流速から管内径を求める、モノシラン、20℃、10atm
4. 管内径と流速から流量を求める、アルシン、10m/s、ID=4mm

［H］液体/外部データ使用･円筒管内の摩擦による圧力損失
1. 20℃、10kgf/cm2･G、粘度 800cP、密度 1200kg/m3、
水平部＋垂直部＋90°ｴﾙﾎﾞ＋ゲート弁
2. 流速から管内径を求める/配管スケジュール番号方式使用法
B重油、5℃、10kgf/cm2･G、動粘度 300cSt、比重 0.93、
水平部＋垂直部＋90°ｴﾙﾎﾞ＋180°ﾍﾞﾝﾄﾞ＋ｸﾞﾛｰﾌﾞ弁
3. グリセリン、2kgf/cm2･G、粘度 1491cP、密度 1264kg/m3
4. 四塩化ケイ素、20℃、0.1MPa、粘度 0.472cP(at25℃)、
密度 1480kg/m3(at20℃)、SUS316TP、流量 3L/min

＜円形断面以外の管の摩擦による圧力損失･例解操作＞

［I］気体/内部データ･円形断面以外の管の圧力損失
1. 長方形ダクトの圧力損失、空気、20℃、1atm、22m3/min
2. 長方形ダクトの圧力損失、空気、直管＋90°矩形曲り、3m/s
3. 長方形ダクトの圧力損失、空気、0.05kgf/cm²･G、30Nm3/h
4. 長方形ダクトの圧力損失、空気、大気圧、0.45m3/s

［J］液体/内部データ･円形断面以外の管の圧力損失
1. 正方形管の圧力損失、水、20℃、0.2MPa、40m3/h、水平設置
2. 同心二重管環状部の圧力損失、水、1m/s、水平設置
外管内径 50mm、内管外径 25mm

＜低真空配管の圧力損失･例解操作＞

［K］気体/内部データ使用･低真空配管の圧力損失
1. 空気、20℃、平均圧力 0.5atm、10Nm3/h、SUSTP
2. 空気、20℃、サンプリング量6～8NL/min
エアーポンプ特性：10NL/min…760Torr、8NL/min…680Torr

＜管路諸損失･例解操作＞

［L］管路諸損失

1. 継手、弁類の相当長／空気、90°エルボ、グローブ弁
2. 急拡大／水、３００A→４５０A
3. 緩やかな拡大／水、３００A→４５０A、拡がり角６０°
4. 急縮小／水、４５０A→300A
5. オリフィス流量計／空気、管内径 D=200mm、穴径 d=110mm
6. 曲管（滑らかな曲り）／水、管内径 200mm、ベンダー90°
   曲率半径 0.2m、0.4m、0.5m…
7. 曲管（角ばった曲り）／水、管内径 50mm、30°の角度で溶接
8. 流出管／水、水面高さ 5m、流出管内径 25mm
9-1. コイル管（蛇管）／液体／内部データ使用
   水、φ12/φ10、コイル半径 R=0.25m、10 巻、90°ﾍﾞﾝﾄ
   タンクコイル式熱交換器用冷却ｺｲﾙ
9-2. コイル管（蛇管）／液体／内部データ使用
   ゴム半円形管（カロレックスチューブ）、水、39.5℃
9-3. コイル管（蛇管）／液体／外部データ使用
   ブライン液（ナイブラインＺ－１）、35℃、0.2MPa、12L/min
   SUS304 15A-Sch10S、コイル中心径 Dc=350mm、コイル巻数 Nc=16

＜バルブのＣv値･例解操作＞

［M］バルブの Cv 値

1－1. 液体／内部データ使用
   メタノール、調節弁の定格 Cv 値を決める。
1－2. 液体／内部データ使用、水
2－1. 液体／外部データ／粘度補正、硫酸

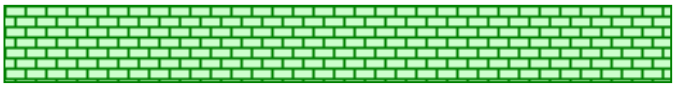
2－2. 液体／外部データ／粘度補正、滑油
2－3. 液体／外部データ／粘度補正、滑油
2－4. 液体／外部データ／粘度補正、滑油
3－1. 液体／水のフラッシング補正
3－2. 液体／水のフラッシング補正
4－1. 気体／⊿P＜P1/２／水素
4－2. 気体／⊿P＜P1/２／水素
5－1. 気体／⊿P≧P1/２／ヘリウム
6－1. 水蒸気（スチーム）／⊿P＜P1/２／飽和水蒸気
6－2. 水蒸気（スチーム）／⊿P＜P1/２／過熱水蒸気

バルブを流れるスチームの最大流量計算
7－1. 水蒸気（スチーム）／⊿P≧P1/2／過熱水蒸気
8－1. 一般蒸気/炭化水素の蒸気
8－2. 一般蒸気/炭化水素の蒸気

＜蒸気圧及び音速･例解操作＞

[N] 蒸気圧及び音速
1. 水の飽和蒸気圧
2. 水の飽和蒸気温度
3. 理想気体中の音速
4. 液体中の音速
5. 無機化合物の飽和蒸気圧
6. 有機化合物の飽和蒸気圧

シャープ･新携帯情報ツール
ZAURUS の取扱について



◆ **おねがい**

◆ **BASIC カードについて**

◆ **電池交換について**

･動作用電池
･カード用電池
･メモリー保護用電池

◆ **異常が発生した場合の処理**

･リセット操作
･初期化操作
･データ異常

◆ **その他ツール本体の操作**

･時計を合わせる
･鳩時計を入/切するには
･キータッチ音の入･切
･オートパワーオフ時間の設定

◆ おねがい

この項は「SHARP･取扱説明書」よりの抜粋です。

本カードのご使用にあたって故障の原因となりやすい次の点にご注意下さい。

●カードをズボンのポケットなどに入れないで下さい。座った時などに大きな力が加わり、壊れる恐れがあります。

●カードを曲げたり、落としたり、強いショックを加えないで下さい。カードの故障や、ツール本体に挿入できなくなる原因になります。

●カードの端子には絶対に触れないで下さい。静電気などにより、使用できなくなる恐れがあります。また、異物を入れないで下さい。故障の原因になります。

●キー（透明タッチキー）を爪や硬いもの、先のとがったもので操作したり、必要以上に強く押さえたりしないで下さい。キーが壊れ、使えなくなることがあります。

◆ BASIC カードについて

この項は「SHARP･取扱説明書」よりの抜粋です。

プログラム BASIC カードには、次の5種類があります。

形　式	RAM 容量	プログラムデータエリア	ラムファイル専用エリア
PI-3C95-1	128KB	約 104KB	0
PI-3C95-2	256KB	約 104KB	128KB
PI-3C95-3	384KB	約 104KB	256KB
PI-3C95-6	640KB	約 104KB	512KB
PI-3C95-X	1MB	約 104KB	896KB

本プログラムは PI-3C95-2、-3、-6、-X の BASIC カードが使用できます。

＜電池使用期間＞

PI-3C95-1、PI-3C95-2、PI-3C95-3 ： 約 2 年間
PI-3C95-6、PI-3C95-X ： 約 1 年間
（約 23℃において。電池の種類や使用方法により、多少の変動があります。）

＜IC カードの取り付け＞

①「切」にタッチして、電源を切ります。
②本体裏側の IC カードロックスイッチを「解除」側にします。
③親指でカード取り出しレバーを押し上げます。
④保護カード、又はすでに入っている IC カードを抜き取ります。
⑤IC カードを最後まで確実に挿入します。IC カードは、本体の裏側とカードの裏側が同じ向きになるようにして挿入してください。裏表を間違えると、故障したり、IC カードが取り出せなくなります。
⑥本体裏側のカードロックスイッチを「ロック」側にします。「解除」側になっているときは、電源が入りません。

【ご注意】

●取り外した保護カードは大切に保管してください。
●IC カードを取り外したときは、必ず付属の保護カードを取り付けてください。他の保護カードを取り付けないでください。IC カードが使用できなくなることがあります。
●電源が入ったままで、絶対に IC カードを抜き差ししないでください。データが壊れることや、正常に動作しなくなることがあります。

◆ 電池交換について

この項は「SHARP･取扱説明書」よりの抜粋です。

動作用電池が消耗したまま使っていると、電源が切れて入らなくなります。必ず以降の内容をよくお読みの上、電池交換は十分注意して行って下さい。

・ 電池交換を行う時は、必ず先に IC カード（BASIC カード）を取外して下さい。
・ 電池付 IC カード（BASIC カード）を取外す時は、事前に本体の電源を切って、再度入れ、次の【注】で説明のメッセージが表示しないことを確認して下さい（もし、メッセージが表示される場合は、先に IC カードの電池を交換して下さい）。

＜電池使用上のご注意＞

●電池は誤った使い方をしますと、液漏れや破裂することがありますので、次の点にご注意ください。
・ 電池のプラス”＋”の向きを表示どおり正しく入れてください。
・ 消耗した電池をそのままにしておきますと、液漏れにより製品を傷めることがあります。
・ 電池を火中に投入しないでください。破裂する恐れがあり、非常に危険です。

●電池は幼児の手の届かないところにおいてください。万一、お子様が飲み込んだ場合は、ただちに医師と相談してください。

＜長時間ご使用にならないとき＞

乾電池の液漏れで傷めることを防ぐため、次のことをして下さい。
・ 月に1回は電源を入れ、電池が消耗していないことを確かめる。
・ 又は、あらかじめ新しい電池に交換しておく。

■動作用電池 … 単4形アルカリ乾電池（型名：LR03、2個）

【注】マンガン電池、ニカド電池を使用しないで下さい。

本体の動作用電池が消耗すると、画面右側に「電池マーク」が点灯します。又、電源を入れた時に「電池を交換してください」と表示されます。これらの表示が現れたら、速やかに乾電池を交換して下さい。
交換せずに使用していますと、データの登録（保存）や削除ができなかったり、データ保護のため突然電源が切れたり、タッチペンで画面にタッチしても電源が入らなくなったりします。

＜交換手順＞

①電源を切り、上蓋を閉じます。IC カード（BASIC カード）を取外しておきます。カードロッ

クスイッチはロック側にして下さい。

②本体裏側の電池交換スイッチを「解除（交換時）」側にしたあと、「ロック（使用時）」側に戻します（リセット操作のため）。

③再び電池交換スイッチを「解除（交換時）」側にします。
「解除（交換時）」側にしないと、電池蓋が取外せません。

④裏面の電池蓋を取外します。

⑤消耗した電池を取り出し、新しい単4形アルカリ乾電池2本を取付けます。取付け時は方向に注意して下さい。

⑥電池蓋を取付けます。

⑦電池交換スイッチを「ロック（使用時）」側にします。

⑧上蓋を開け、電源が入っていることを確認します。
電源が入っていないときは手順①からやり直して下さい。

⑨タッチパネル調整、表示濃度調整の画面になりますので、調整して下さい。

⑩インデックス、時計にタッチして日付と時刻が正しいか確認します。もし、間違っている時は、設定し直して下さい。

＜乾電池の使用時間＞

70時間（23℃で連続表示の時）。使用温度、使用状態によっては電池の寿命が短くなります。又、使いはじめの頃は、沢山のデータを連続して入力することが多く、比較的早く電池が消耗します。

■カード用電池 … リチウム電池（型名：CR2016、1個）

【注】指定の電池以外は使用しないでください。プログラムが書き込まれているカードには、すでに電池が入っています。電池を入れないで本体から取り外すと記憶内容が消えてしまいます。

＜電池の交換時期＞

PI-3C95-1、PI-3C95-2、PI-3C95-3 は 2 年に 1 回
PI-3C95-6、PI-3C95-X　　は 1 年に 1 回

＜電池交換のしかた＞

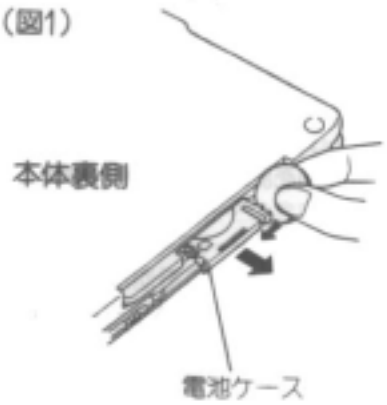
【注】本体にカードを取り付けたまま電池交換を行ってください。

IC カード（電池付き）の電池が消耗すると、電源を入れたときに下のような表示を行うことがあります。この場合、確認にタッチ、または約 1 分間放置すると電源が切れます。

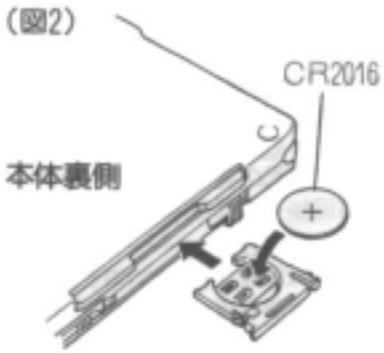
カードのメモリー保護用電池を交換してください！
（カードを本体に取り付けたまま交換してください）
確認

①カードを本体に取り付けます。
②電池ケースを引き出します。(図1)
　･コインなどでツメを押さえながら引き出します。
③新しい電池 (CR2016) を電池ケースに入れます。(図2)
　･乾いた布でよくふいて”＋”面を上にして入れます。
④電池ケースをカードに取り付けます。
　･裏表を間違えないように取り付けてください。
⑤本体の電源が切れていることを確認してカードを取り外し、カード裏面の電池交換日ラベルに、電池を入れた年月を記入します。
　･次の電池交換時期の目安にしてください。

(図1)



(図2)



■メモリー保護用電池 … リチウム電池 (型名：CR2025、1個)

【注】メモリー保護用電池が消耗すると、記憶内容が消えます。必ず、控えを保存するようにして下さい。

動作用電池が消耗した時は、速やかに動作用電池を交換して下さい。そのままにしておくと、メモリー保護用電池の消耗が早くなります。メモリー保護用電池が消耗した場合は、下の表示を行い、確認にタッチ、又は約1分間放置すると電源が切れます。

メモリー保護用電池（本体の記憶しているデータを保護するための電池）が消耗しています！
メモリー保護用電池の交換については取扱説明書をご覧下さい。
確認

＜電池の寿命＞

約3ヶ月（動作用電池を消耗したまま交換しない時）。
約8年間（速やかに動作用電池を交換した時）。

＜交換のしかた＞

約3cm角の蓋の止めネジを精密ドライバーで取り、蓋を開けます。±を間違えないようにメモリー保護用電池（CR2025）を交換します。お客様で交換できない場合は下記までご連絡ください。

株式会社 アップライズシステムデザイン
TEL 045－942－3944
FAX 045－941－7136
Eメール ： connect2@uprise-system.co.jp

◆ 異常が発生した場合の処理

この項は「SHARP･取扱説明書」よりの抜粋です。

強度の外来ノイズや強いショックを受けた場合など、ごくまれに C･CE や中断なども含めた、すべての機能が働かない、データを正常に表示しない、などの異常が発生することがあります。このような場合は、次のリセット操作または初期化操作を行って下さい。初期化操作は、必要なとき以外は行わないで下さい。全データが消去されます。

■リセット操作

① 電池交換スイッチを「解除」にしたあと、「ロック」に戻します。
② タッチパネル調整と表示濃度調整をします。
カレンダー画面が表示されます。
③ 時計にタッチして日付と時刻が正しいか確認します。
もし間違っているときは、設定し直して下さい。
→「時計を合わせる」参照
【注】強度の外来ノイズなどにより、記憶内容が変化していた場合は、上記のリセット操作でも、記憶内容が消去される場合があります。

■初期化操作

初期化はデータが記憶されていない、初期状態に戻します。
記憶しているデータ等が消去され、カレンダーの記念日や休日などが最初の状態に設定しなおされます。
① 付属のタッチペンで本体裏側の初期化スイッチを押したまま、電池交換スイッチをロック状態から解除→ロックの順で切替えます。
（針やシャープペンシルなど、先のとがったものや、折れやすいものは使用しないで下さい。）
② ペンを初期化スイッチから離します。
タッチパネル調整画面になります。調整画面が表示されないときは、もう一度①の操作をして下さい。又、次のことを確かめて下さい。
･カードロックスイッチが「ロック」側になっているか。
･電池交換スイッチが「ロック（使用時）」側になっているか。
･乾電池が正しく入っているか、消耗していないか。
③ 画面の 4 隅に表示されている＋の中央に、ひとつずつタッチします。＋の表示が濃→

淡に変わったら、ペンを離します。4 箇所とも終わると、濃度調整画面になります。

④ ∧濃く（∧キー）又は∨淡く（∨キー）にタッチし、見やすくなるように濃度を調整します。

⑤ 終了にタッチします。
本体の初期化（本体の全データ消去）の確認画面になります。

⑥ Y はいにタッチします。
「お待ちください」と表示され、本体が初期化されます。

■データ異常

電源を入れた時や、リセット操作した時、次のような画面が表示されることがあります。この時は、電源を切ったあと、初期化を行い、Y はいにタッチして全データを消去して下さい。

> 本体が初期化されていないか、又はデータが異常です。裏側の初期化スイッチを押したまま、裏側の電池交換スイッチを「解除（交換時）」→「ロック（使用時）」と動かして本体を初期化（全データ消去）して下さい。
>
> 電源切

メモリー保護用電池が必要な IC カードをはじめて使用する時や、IC カードに異常が発生した時、使えないカードの時、次のような画面が表示されることがあります。カードの全データを消去してよい時は、実行にタッチしたあと、Y はいにタッチしてカードを初期化（全データ消去）して下さい。

> カードが初期化されていないか、またはデータが異常です。
> カードを初期化（全データ消去）して下さい。
>
> 実行

◆ その他ツール本体の操作

この項は「SHARP･取扱説明書」よりの抜粋です。

◎ 時計を合わせる

① インデックスに続けて時計にタッチして、時計画面表示。
② 時刻設定にタッチして、時刻設定画面表示。
③ 西暦の初めの数字にタッチ。
④ 入力ボードの数字にタッチして、年月日を入力。
⑤ 時刻の初めの数字にタッチ。
⑥ 入力ボードの数字をタッチして、時刻を入力。
⑦ 12 時間制で入力した時は、午前では入力ボードの AM、
午後では入力ボードの PM にタッチ。
⑧ 時報などに合わせ、設定にタッチ。

◎ 鳩時計を入/切するには

毎正時に、画面左上に鳩が出て「ピッポ」と鳴きます。
① 時計の画面でメニューに 2 回タッチ。
② ユーザー登録･設定にタッチ。
③ 表示されるユーザー登録･設定画面メニューの一番下の
鳩時計 入⇒切 (鳴らさない時) にタッチ。
④ 鳴らす時は、鳩時計 切⇒入 にタッチ。
但し、「お好み設定」で効果音の設定をオフにしていると、鳩時計は鳴りません。

◎ キータッチ音の入･切

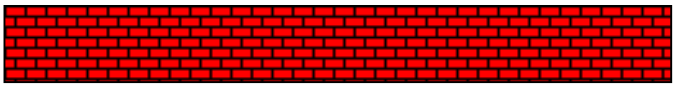
①「スケジュール」等の画面でメニューに3回タッチ。
② ユーザー登録･設定にタッチ。
③ ユーザー登録･設定メニューが表示されます。
キータッチ音 入･切にタッチ。
④ キータッチ音の「入」「切」が切り替わります。

◎ オートパワーオフ時間の設定

自動節電機能が働くまでの時間設定をします。

① 「スケジュール」等の画面で メニュー に3回タッチ。
② ユーザー登録･設定 にタッチ。
③ ユーザー登録･設定メニューが表示されます。
お好み設定 にタッチ。
④ お好み設定画面が表示されます。
オートパワーオフ時間（分）の設定をします。
2 分から 20 分まで設定できます。
⑤ 設定 にタッチします。

圧力損失カードの基本操作



◆ 操作上の注意

◆ メニューキーと基本操作

･プログラムの起動
･基本操作
･圧力損失計算メニューキーの説明

◆ 圧力損失計算ソフトの仕様

◆ 操作上の注意

◇本カードを初めて使用する時、設計条件入力キー操作でノルマル流量を選択した場合、演算エラーが発生することがあります。この場合1又は2の操作を実行して下さい。

1. 条件キー（設計条件入力）タッチ→はいキー（体積流量選択）タッチ→はいキー（実流量選択）タッチ→はいキー（絶対圧力選択）タッチ→温度[℃]？２０入力→絶対圧力[MPa]？１入力（単位は何でもよい）→体積流量A[m3/h]？１入力、気体キータッチ→1入力（空気選択）→はいキータッチ
2. 物性キータッチ→1入力（ガス選択）→2入力（気体密度入力）→1入力（実流量での密度、適当な値）→1入力（ノルマル流量での密度、適当な値）→1 入力（気体の粘度、適当な値）

◇物性値入力の時ノルマル状態のガス密度の入力が出ない時は設計条件入力でノルマル流量を選択してから物性値入力の操作を行います。

◇流体温度や圧力の設計条件を変えて圧力損失の計算を繰返し行う時は必ず次のようにキー操作をします。本プログラムでは流体の種類を選択した所で、密度、粘度を計算しています。気体の場合は温度、圧力の条件、液体の場合は温度の条件を変えた時などです。
条件キータッチ→温度、圧力、流量を入力、気体キー（又は液体キー）タッチ

◇新規計算キー操作で次の変数は初期化されます。

温度	圧力	実流量	Nor 流量	質量流量	管長	管内径
20	1	1	1	1	1m	25mm

単位の初期値

温度	圧力	密度	粘度	動粘度
℃	MPa	kg/m3	Pa･s	m2/s
体積流量	質量流量	速度	加速度	長さ
m3/h	kg/h	m/s	m/s2	m
面積	体積	質量	力	
m2	m3	kg	N	

※データファイル読込みではいキーを選択した場合、読込みに時間がかかります。
通常はいいえキーを選択してください。

◇タッチパネルのずれや画面表示濃度が見にくい場合、次の手順で調整します。

①カードを中断して電源を切ります。

②「インデックス」キーをタッチして、スケジュール等を選択し、「メニュー」キーをタッチします。

③タッチのずれを調整する場合は、タッチパネル調整を選択して調整を行います。

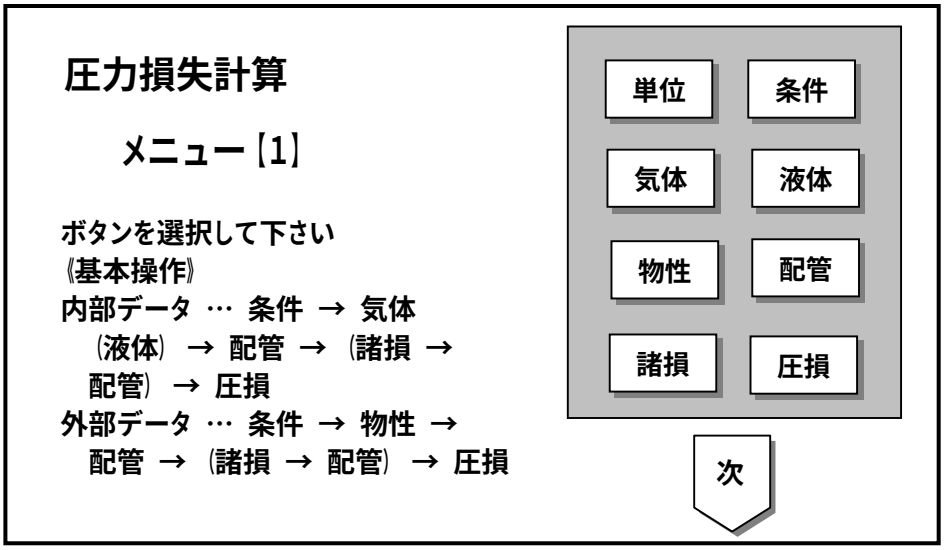
④濃度調整をする場合は、表示濃度調整を選択して行います。

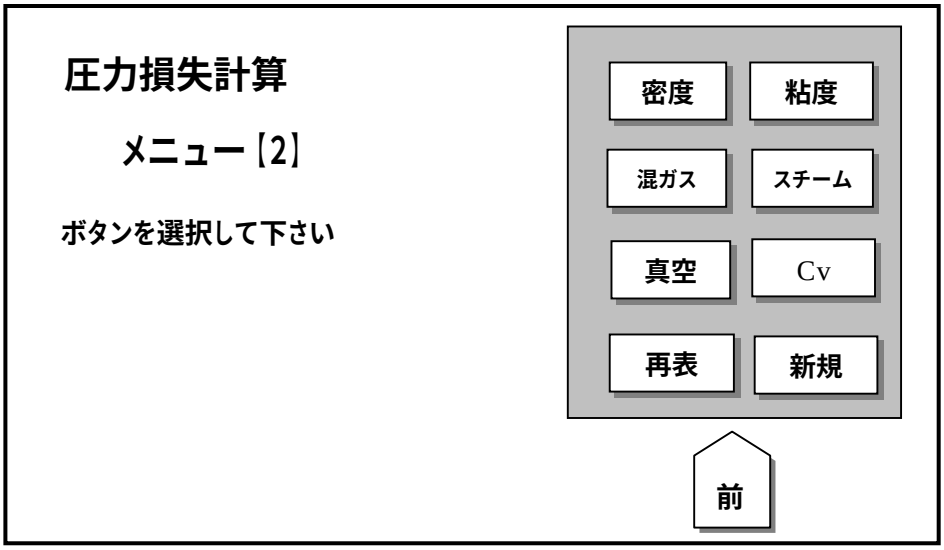
【注意】深みエラーが発生した場合は、電源を切って再度本プログラムを立ち上げてください。
繰り返し計算を続けているとこのエラーが発生します。

◆ メニューキーと基本操作

■プログラムの起動

本プログラム立ち上げは、BASIC カードを本体にセットした後、「カード」キーをタッチします。”圧力損失計算”ソフトが立ち上がります。終了する場合は、「切」キーをタッチして電源を切ります。「カード」キー等をタッチしても電源が入らない時は、動作用電池が消耗している可能性があります。電池を交換して再度立ち上げてください。





■基本操作

配管内の流体（気体･液体）流れの摩擦による圧力損失を求める基本操作を記します。

⑴ 単位の設定

単位キーをタッチして《単位変換法》画面を表示させます。現在の内部設定単位が表示されます。内部設定単位を変更するには、いいえキーをタッチして変更したい単位量の番号を入力します。例えば圧力の単位を変更したい場合、2、入力をタッチして圧力単位の画面を表示します。＜＞内の番号は現在値です。メニューに戻るには 000、入力をタッチします。変更前の単位「3:MPa」を「13:kgf/cm2」に変更する場合は、13、入力をタッチします。番号なしで入力のみタッチすると、単位を変更しないで次の単位量に進みます。

⑵設計条件入力（選択した単位表示）

①《流量選択》画面で設計流量が

体積流量･･･はいキーをタッチ

実流量･･･はいキーをタッチ

ノルマル流量･･･いいえキーをタッチ

《圧力単位選択》画面で絶対圧またはゲージ圧を選択

絶対圧力･･･はいキーをタッチ → 《設計条件の気体圧力》 → ②

ゲージ圧力･･･いいえキーをタッチ → 《設計条件の気体圧力》 → ②

質量流量･･･いいえキーをタッチ → ②

②《設計条件》入力

○温度[℃]＝＜20＞？

○絶対圧力[MPa]＝＜1＞？ ･･･絶対圧力を選択した時

（又はゲージ圧力[MPa]＝＜1＞？） ･･･ゲージ圧力を選択した時

（質量流量を選択した時の圧力単位は体積流量で選択した状態が保持される）

○体積流量 N[m3/h]＝＜1＞？ ･･･ノルマル流量を選択した時

（又は体積流量 A[m3/h]＝＜1＞？） ･･･実流量を選択した時

（又は質量流量[kg/h]＝＜100＞？） ･･･質量流量を選択した時

（ゲージ圧力を選択した時、最後に変換した絶対圧力も表示）

⑶ 流体の種類選択

気体、液体、混合ガス、物性値の中からどれか１つを選択してキーをタッチ

[1] 気体キー → はい → 《気体[G]選択》画面 → 気体番号入力 →
選択した気体の基礎データ表示 → はいキー

[2] 液体キー → はい → 《液体[L]選択》画面 → 液体番号入力 →
選択した液体の基礎データ表示 → はいキー

[3] 混ガスキー ･･･ メニューキーの説明の項参照

[4] 物性キー ･･･ 内部データのない流体等を扱う場合、密度、粘度を入力します。
→《流体選択》でガス又は液体を選択。

⑷ 配管寸法入力
配管キーをタッチして、《配管用管データ》画面で、
鋼管使用の有無を選択して管内径、管内粗さ、管長を入力。

⑸ 諸損失
直管で圧力損失を先に計算しておきます。その後で諸損キーをタッチして《管路諸損失》画面から管路の挿入物を選択して直管相当長或は抵抗係数を求め、先に求めた圧力損失に加算します。具体的な計算方法は例解を参照してください。

⑹ 圧力損失
全ての設計条件を入力後に圧力損失の計算をここで行います。圧損キーをタッチして、計算選択画面で＜1. 平均流速＞を選択します。平均流速、流量、管内径、レイノルズ数、管摩擦係数、圧力損失、損失頭を計算します。

■圧力損失計算メニューキーの説明

＜メニュー【1】＞

● 単位 ･･･ 単独単位変換、内部単位設定

単位変換ツールとして使用する単独変換（はいキー）と計算で使用する物性値の単位を設定する内部設定（いいえキー）の二通りの使い方ができます。
《単位変換法》画面
単独変換･･･はいキー → ①
内部設定･･･いいえキー → ⑤
メニューキータッチ → ＜メニュー【1】＞へ戻る。
【内部設定単位】現在の設定単位を表示。＜新規＞で初期値に戻る。
① ＜単位変換＞（単独変換）画面、「000」入力で＜メニュー【1】＞へ戻る。
1 ～14、入力キー → ②
② 選択した単位量の変換前単位表示画面、「000」入力で①へ戻る。
変換前＜3＞の＜＞内数値は前回選択した値で、同じでよければ入力キーのみをタッチ。単位番号を入力して、入力キー → ③
③ 選択した単位量の変換後単位表示画面、「000」入力で①へ戻る。
変換後＜13＞の＜＞内数値は前回選択した値で、同じでよければ入力キーのみをタッチ。単位番号を入力して、入力キー → ④

④ 変換前数値［(単位1)］画面で数値を入力して、入力キー
→ 変換後数値［(単位2)］表示 → 再変換･･･はいキー → ④
いいえキー → ①、メニューキータッチ → ＜メニュー【1】＞へ戻る。

⑤ ＜単位変換＞(内部設定)画面、「000」入力で＜メニュー【1】＞へ戻る。
1 ～14、入力キー → ⑥

⑥ 選択した単位量の単位選択画面、「000」入力で⑤へ戻る。
例えば圧力を選択した場合、U2=<3>？と表示されるので(<>内は現在値)、
「単位番号」＋入力キーで次の単位量へ移る。

● 条件 ･･･ 温度、圧力、流量の設計条件入力

･圧力は絶対圧力かゲージ圧力(大気圧を0とした圧力表示)選択。
･流量は体積流量か質量流量を選択。
･体積流量は更にノルマル流量(気体の場合で0℃、1気圧の状態)か実流量(圧力の影響が無視できる液体又は実際の温度、圧力状態での気体の流量)かを選択。

計算はここから始まります。《流量選択》画面で、
体積流量の場合･･･はいキー → ①
質量流量の場合･･･いいえキー → ④
(真空配管の時、体積流量は0℃、1気圧の値を入力)

①《体積流量選択》で、
実流量の場合･･･はいキー → ②
ノルマル流量の場合･･･いいえキー → ②

②《圧力単位選択》画面で、
絶対圧力･･･はいキー → ③
ゲージ圧力･･･いいえキー → ③

③《設計条件の気体圧力》画面表示。
圧力損失の計算結果が適用範囲を超えた時は圧力条件を変えて再計算のコメントを表示。画面をタッチ → ④

【注意】配管内の圧力降下(圧力損失)がP1-P2＞0.1P1の場合、管内での密度変化が無視できなくなりますので、密度は配管入口と出口の密度の算術平均を取ります。又、P1-P2＞0.4P1 の場合は、配管を区間に分けて計算して下さい(密度を各区間毎に算出)。

ここで、P1:入口圧力
P2:出口圧力
Pa:算術平均圧力 Pa＝(P1＋P2)/2
PD:圧力損失 PD＝P1－P2

④《設計条件》画面、「000」入力で＜メニュー【1】＞へ戻る。単位は内部設定による。
温度[℃]＝＜20＞？ 数値入力、入力キー
絶対圧力[MPa]＝＜1＞？ 数値入力、入力キー
（又はゲージ圧力[MPa]＝＜1＞？）

※質量流量を選択した時の圧力単位は体積流量での状態が保持されます。
体積流量 N[m3/h]＝＜100＞？ 数値入力、入力キー → ＜メニュー【1】＞
（又は体積流量 A[m3/h]＝＜100＞？ ･･･実流量選択時）
※ゲージ圧力選択時は、圧力変換した絶対圧力も表示。

● 気体 ･･･ 気体の内部データ（14種、水蒸気２種を含めて）

「単位変換、設計条件入力を先に済ませて下さい」メッセージ、はいキー
①《気体［G］選択》画面、「000」入力で＜メニュー【1】＞へ戻る。
1．空気、2．酸素、3．窒素、4．水素、5．ヘリウム、6．アルゴン、7．一酸化炭素、
8．炭酸ガス、9．メタン、10．水蒸気（飽和水蒸気、過熱水蒸気）、11．エタン、
12．プロパン、13．ブタン
気体番号入力、入力キー → ②
② 選択気体の化学式、分子量、融点、沸点、臨界温度、臨界圧力、臨界圧縮係数を表示。はいキー → ＜メニュー【1】＞
いいえキー → ①

● 液体 ･･･ 液体の内部データ（6 種）

「単位変換、設計条件入力を先に済ませて下さい」メッセージ、はいキー
①《液体［L］選択》画面、「000」入力で＜メニュー【1】＞へ戻る。
1．水、2．海水、3．50％エチレングリコール、4．シリコンオイル VF33-100、
5．メタノール、6．エタノール
液体番号入力、入力キー → ②
② 選択液体の化学式、分子量、融点、沸点、臨界温度、臨界圧力、臨界圧縮係数を表示。はいキー → ＜メニュー【1】＞
いいえキー → ①

● 物性 ･･･ 密度、気体の圧縮係数、粘度の入力

《流体選択》画面、「000」入力で＜メニュー【1】＞へ戻る。
ガスの場合、1キー、入力キー → ①
液体の場合、2キー、入力キー

→〔密度入力〕L 〔kg/m3A=<1000>？ 数値入力、入力キー → ⑤

① 〔気体密度データ〕画面で、
計算で求める場合、1 キー、入力キー → ②
入力する場合、2 キー、入力キー → ⑥

② 〔分子量入力〕画面、「000」入力で＜メニュー【1】＞へ戻る。
=<32>？ 数値入力、入力キー → ③

③ 〔圧縮係数データ〕画面、
計算で求める場合、1 キー、入力キー → ④
入力する場合、2 キー、入力キー
→〔圧縮係数入力〕=<1>？ 数値入力、入力キー → ⑤

④ 臨界温度入力、「000」入力で＜メニュー【1】＞へ戻る。
〔℃〕=<-140.7>？ 数値入力、入力キー
→ 臨界圧力入力〔MPa〕=<3.769>？ 数値入力、入力キー → ⑤

⑤ 〔粘度入力〕 G（又は L）〔cP〕画面 ･･･ガス、液共通
ガスの場合、（温度･･･20[℃]）=<1.8136E-02>？
（液体の場合、（温度･･･20[℃]）=<1.0026>？）
数値入力、入力キー → ＜メニュー【1】＞

⑥ 実流量での〔密度入力〕G 画面で、
〔kg/m3A〕=<12.0837>？ 数値入力、入力キー
→ ノルマル流量での〔密度入力〕G
〔kg/m3N〕=<1.29386>？ 数値入力、入力キー → ⑤

● 配管 ･･･ 管内径、管内粗さ、管長の入力

《配管用管データ》画面、「000」入力で＜メニュー【1】＞へ戻る。
1. SGP、2. STPG、3. SUSTP、4. SUSTPY 鋼管使用の場合、はいキー
→ 鋼管番号、入力キー → ①
その他の管種類の場合、いいえキー → ③

① 鋼管呼び径 A とスケジュール（Sch）入力画面で、
配管用炭素鋼鋼管 SGP 呼び A を選択、
TA=<20>? 数値入力、入力キー → ②
圧力配管用炭素鋼鋼管 STPG の Sch 番号と呼び径を選択、
配管用ステンレス鋼管 SUSTP の Sch 番号と呼び径を選択、
配管用アーク溶接大径ステンレス鋼管の Sch 番号と呼び径を選択、
Sch=<10>? 数値入力、入力キー
TA=<350>? 数値入力、入力キー → ②

② 選択した鋼管の寸法表示。 はいキー → ⑤
いいえキー → ①

③《管種類選択》画面、「000」入力で＜メニュー【1】＞へ戻る。
1円筒管を選択する場合、 1キー、入力キー → ④
2正方形管を選択する場合、 2キー、入力キー → ⑥
3長方形管を選択する場合、 3キー、入力キー → ⑦
4同心二重管を選択する場合、 4キー、入力キー → ⑧

④《円筒管》内径入力画面、
d[mm]=<10>？ 数値入力、入力キー、
粗管(2)、平滑管(3)の説明と内面粗さ選択、
2キー（又は 3キー）、入力キー → ⑤
1キー、入力キー → 管壁粗さ入力：e[mm]= 数値入力、入力キー → ⑤

⑤〔管長〕入力画面、 L[m]=<1>？ 数値入力、入力キー → ＜メニュー【1】＞

⑥《正方形管》内寸法入力画面、
一辺：a[mm]= 数値入力、入力キー
→ 相当径表示、 画面タッチ → ⑤

⑦《長方形管》内寸法入力画面、
長辺：a[mm]= 数値入力、入力キー、
短辺：b[mm]= 数値入力、入力キー
→ 相当径表示、 画面タッチ → ⑤

⑧《同心二重管》寸法入力画面、
外管内径：Do[mm]= 数値入力、入力キー、
内管外径：Di[mm]= 数値入力、入力キー
→ 相当径表示、 画面タッチ → ⑤

● 諸損 ･･･ 管路諸損失を求める

※管路諸損失を求める前に、直管で圧力損失を計算しておきます。
《管路諸損失》画面、「000」入力で＜メニュー【1】＞へ戻る。
1．継手･弁類、2．拡大、3.縮小、4．オリフィス、5．曲管、6．タンク流出管、
7．コイル管 → 管路損失の番号、入力キー → ①、②、③、④、⑤、⑥、⑦

① 継手･弁類の相当長 Le （r/d=曲率/直径、弁：全開）
→ 継手･弁類の番号、入力キー
→ 内径：D[mm]=○○.○ 、弁継手相当長：Le[m]=○.○○

② 拡大抵抗係数、直管の圧力損失計算は上流側配管径で行ないます。
1．急拡大、2．ゆるやかな拡大 → 番号選択、入力キー
〔急拡大〕の場合、
上流側断面積：S1[cm2]、数値入力、入力キー →

下流側断面積:S2[cm2]、数値入力、入力キー →
抵抗係数:Ke=○.○○○、画面タッチ →
流量、密度、上流側平均流速、下流側平均流速、圧力損失、
損失頭等を計算表示。

〔ゆるやか拡大〕の場合、
上流側断面積:S1[cm2]、数値入力、入力キー →
下流側断面積:S2[cm2]、数値入力、入力キー →
適用範囲:円形断面積、0≦θ≦20° …直径比(D2/D1)に無関係
20＜θ＜180° …D2/D1=1.5(S2/S1=2.25)の場合
D2/D1＜1.5 の時は直管の摩擦損失だけを考え、
D2/D1＞3の場合は急拡大で近似します。
D2/D1=2、3の場合は本ソフトでは計算不可。
拡がり角[°]、数値入力、入力キー →
抵抗係数計算用定数ξを計算表示
抵抗係数:Ke=○.○○○ 、画面タッチ →
流量、密度、上流側平均流速、下流側平均流速、圧力損失、
損失頭等を計算表示。

③ 縮小抵抗係数、直管の圧力損失計算は下流側配管径で行ないます。
上流側断面積:S1[cm2]、数値入力、入力キー →
下流側断面積:S2[cm2]、数値入力、入力キー →
抵抗係数:Ke=○.○○○、画面タッチ →
流量、密度、下流側平均流速、上流側平均流速、圧力損失、
損失頭等を計算表示。

④ オリフィスの圧力損失
オリフィス板穴径:d[mm]、数値入力、入力キー →
絞り径比:B、開口比:m を求め表示します。
JIS-Z8762「絞り機構による流量測定方法」の３種類のタップ(コーナタップ、縮流タップ、フランジタップ)から流量係数を求めます。
流量係数:a、数値入力、入力キー →
気体の膨張補正係数:e(液体の場合 e=1)、数値入力、入力キー →
画面タッチ → 差圧比、P1-P2、圧力損失、損失頭等を計算表示。

⑤ 曲管
1. ベンダ:滑らかな曲管、2. エルボ:角ばった曲管 → 番号選択、入力キー →
〔ベンダ:滑らかな曲管〕

曲管部の中心線での長さ:Lb[m]、数値入力、入力キー →
曲り角[°]:θ（θ≦90°）、数値入力、入力キー →
曲管中心線の曲率半径:r[m]、数値入力、入力キー →
流れ方向変換による抵抗係数:Kz、管摩擦係数:f、全抵抗係数:Kb、
圧力損失、損失頭等を計算表示。

〔エルボ:角ばった曲管〕
曲り角（0＜a≦90、a=0は直管）:a[°]、数値入力、入力キー →
管内壁の粗さ選択（1．平滑管、2．粗管）、番号選択、入力キー →
抵抗係数:Ke=○.○○○、画面タッチ →
圧力損失、損失頭、密度、粘度を計算表示。

⑥ 容器管流出…管の取付選択
1．普通取付、2．管入口丸味（r小）、3．管入口丸味（r大）、4．容器内突出、
5．管突出先端エッジ、6．管斜め取付（0≦θ≦90°）

⑦ コイル管（蛇管） ［X=SQR(D/Dc)］
曲率半径の２倍:Dc[m]、数値入力、入力キー →
X=SQR(D/Dc)を計算、D:「配管」で入力した値が適用。
X≦0（直管）の時…Rec=2320、X≧0.25の時…Rec=7400
臨界レイノルズ数:Rec=○○○○

● 圧損 ･･･ 平均流速を求めて直管の圧力損失計算

《計算選択》
圧力損失計算の場合は1を選択
1．平均流速、2．円筒管内径、3．体積流量
？ 番号選択、入力キー → ①、②、③

①平均流速 … 圧力損失を計算する時に選択
平均流速:u＝○○.○○[m/s]
体積実流量:QA＝○○.○[L/min]（設定した単位表示、体積流量を選択した時）
質量流量:W＝○○○○[kg/h]（設定した単位表示、質量流量を選択した時）
ノルマル流量:QN＝○○.○[L/min]（流体が気体の場合のみ表示）
管内径:d＝○○○.○[m]
レイノルズ数:Re＝○○○○○
管摩擦係数:f＝.○○○○
圧力損失:PD[MPa]＝○.○○○○（設定した単位表示）

損失頭：Ff[kgf･m/kg]＝○.○○○
管長：L[m]＝○○.○
密度[kg/m3]＝○.○○○
粘度[kg/m･h]＝○.○○○
※PD=P1-P2 が 0.1P1 より大きい場合
“【注】PD=P1-P2>0.1P1”を表示
又、PD=P1-P2 が 0.4P1 より大きい場合
“【注】PD＝P1-P2>0.4P1（分割再計算）”を表示しますので、設計条件の気体圧力の注意を参照。

②円筒管内径 … 設計条件の流量から平均流速を入力して管内径を求める。
平均流速入力：u[m/s]＝ 、数値入力、入力キー
設計条件での流量選択により表示は異なります。
＜液体で体積実流量の場合＞
【例】水、20℃、0.5MPa.abs、20L/min
平均流速入力：u＝2m/s
→ 体積実流量：QA＝2.0000E+01[L/min]（設定した単位表示）
管内径：d＝1.4567E-02[m]（設定した単位表示）
平均流速入力：u＝3m/s
→ 体積実流量：QA＝2.0000E+01[L/min]
管内径：d＝1.1893E-02[m]
＜気体で体積実流量（又はノルマル流量）の場合＞
【例】空気、20℃、0.5MPa.abs、200L/min.A
平均流速入力：u＝10m/s
→ 体積実流量：QA＝2.0000E+2[L/min]
ノルマル流量：QN＝9.1876E+02[L/min]
管内径：d＝2.0600E-02[m]
平均流速入力：u＝15m/s
→ 体積実流量：QA＝2.0000E+2[L/min]
ノルマル流量：QN＝9.1876E+02[L/min]
管内径：d＝1.6820E-02[m]
【例】空気、20℃、0.5MPa.abs、200L/min.N
平均流速入力：u＝10m/s
→ 体積実流量：QA＝4.3536E+1[L/min]
ノルマル流量：QN＝2.0000E+02[L/min]
管内径：d＝9.6117E-03[m]
平均流速入力：u＝15m/s
→ 体積実流量：QA＝4.3536E+1[L/min]

ノルマル流量：QN＝2.0000E+02[L/min]
管内径：d＝7.8479E-03[m]

＜液体で質量流量の場合＞

【例】水、20℃、0.5MPa.abs、1000kg/h
平均流速入力：u＝2m/s
→ 質量流量：W＝1.0000E+03[kg/h]
管内径：d＝1.3310E-02[m]
平均流速入力：u＝3m/s
→ 質量流量：W＝1.0000E+03[kg/h]
管内径：d＝1.0867E-02[m]

＜気体で質量流量の場合＞

【例】空気、20℃、0.5MPa.abs、100kg/h
平均流速入力：u＝10m/s
→ 質量流量：W＝1.0000E+02[kg/h]
ノルマル流量：QN＝1.2891E+03[L/min]
管内径：d＝2.4403E-02[m]
平均流速入力：u＝15m/s
→ 質量流量：W＝1.0000E+02[kg/h]
ノルマル流量：QN＝1.2891E+03[L/min]
管内径：d＝1.9925E-02[m]

ここで求めた管内径に近い配管規格寸法を「配管」で入力して再計算。

③体積流量 … 配管寸法から平均流速を入力して流量を求める。
設計条件で流量は仮入力する。流体と管寸法を決めておく。
平均流速入力：u[m/s]＝ 、数値入力、入力キー
設計条件での流量選択により表示は異なります。

＜液体で体積実流量の場合＞

【例】水、20℃、0.5MPa.abs、SUSTP-15ASch10S（ID=17.5mm）
平均流速入力：u＝2m/s
→ 管内径：d＝1.75E-02[m] （設定した単位表示）
体積実流量：QA＝2.8863E+01[L/min] （設定した単位表示）
平均流速入力：u＝3m/s
→ 管内径：d＝1.75E-02[m]
体積実流量：QA＝43.295[L/min]

＜気体で体積実流量（又はノルマル流量）の場合＞

【例】空気、20℃、0.5MPa.abs、SUSTP-15ASch10S（ID=17.5mm）
平均流速入力：u＝10m/s
→ 管内径：d＝1.75E-02[m]

体積実流量：QA＝1.4431E+2[L/min]
ノルマル流量：QN＝6.6296E+02[L/min]
平均流速入力：u＝15m/s
→ 管内径：d＝1.75E-02[m]
体積実流量：QA＝2.1647E+2[L/min]
ノルマル流量：QN＝9.9444E+02[L/min]
管内径：d＝9.6117E-03[m]

＜質量流量の場合＞
対応していません。設計条件の質量流量が表示されます。
ここで求めた体積流量は設計条件の流量に代入されます。

＜メニュー【2】＞

● 密度 ･･･ 設定した流体の最新密度データ表示

※設定済みの例
[1]内部気体
〔内部気体密度〕 水蒸気
温度：T=348.889[℃]、圧力：P=35.1535[kgf/cm2]
1D＝12.837[kg/m3]
圧縮係数 z＝1.014
気体定数 R0＝0.0047[kgf/cm2･m3/kg･K]
◎水蒸気 0℃、1atm 気体密度[kg/m3]＝0.8036
[2]外部気体
〔外部気体密度〕
温度：T=220[℃]、圧力：P=29[kgf/cm2]
D＝14.3[kg/m3]
[3]内部液体
〔内部液体密度〕
温度：T=220[℃]
1D＝840.333[kg/m3]
[4]外部液体
〔外部液体密度〕
温度：T=40[℃]
1D＝876[kg/m3]
[5]混合ガス
〔混合ガス密度〕
温度：T=200[℃]、圧力：P=827.014[kPa]

Dm＝5.475[kg/m3]
平均分子量 Mm＝26.04
臨界温度 Tcm＝-30.95[℃]
臨界圧力 Pcm＝7605.34[kPa]
平均圧縮係数 zm＝1

● 粘度 ･･･ 設定した流体の最新粘度データ表示

※設定済みの例、V:粘度
《粘度》 [Pa･s] 圧力～1atm
内部気体…酸素 T=200[℃] V=2.915E-05
外部気体…T=220[℃] V=2.231E-05
内部液体…水 T=220[℃] V=1.228E-04
外部液体…T=40[℃] V=2.118E-01
混合ガス…T=200[℃] Vm=2.322E-05

● 混ガス ･･･ 混合ガスの成分数(2～5)とモル分率を入力して密度、粘度等の物性値を近似計算する。

① 内部データ使用の場合
※O2(5.78%)＋N2(72.25%)＋H2O(21.97%)の３種混合の例
初めに設計条件で温度(200℃)、圧力(7.4atg(=kgf/cm2.G))を設定しておく。
＜混合ガス成分数＞
MGN(2－5)＝3、入力キー
内部データ使用数 3、入力キー
＜ガス成分＞1/3
内部データ使用 → 気体選択画面に移る
成分ガスを番号で入力 → 2. 酸素、入力キー
＜成分のモル分率＞
Y% 1 :02 酸素、Y% 1＝5.78、入力キー
＜ガス成分＞2/3
内部データ使用 → 気体選択画面に移る
成分ガスを番号で入力 → 3. 窒素、入力キー
＜成分のモル分率＞
Y% 2 :03 窒素、Y% 2＝72.25、入力キー
＜ガス成分＞3/3
内部データ使用 → 気体選択画面に移る

成分ガスを番号で入力 → 10. 水蒸気、入力キー
→ 2. 過熱水蒸気、入力キー
→ Y% 1 ： 5.78
Y% 2 ： 72.25
Y% 3 ： 21.97

※「密度」、「粘度」キーで計算内容が確認できる。

② 内部データと外部データ(XX)が混在する場合

※O2(5.78%)＋N2(72.25%)＋XX(21.97%)の３種混合の例

初めに設計条件で温度(200℃)、圧力(7.4atg(=kgf/cm2.G))を設定しておく。

＜混合ガス成分数＞

MGN(2－5)＝3、入力キー

内部データ使用数 2、入力キー

＜ガス成分＞1/3

内部データ使用 → 気体選択画面に移る

成分ガスを番号で入力 → 2. 酸素、入力キー

＜成分のモル分率＞

Y% 1 ：02 酸素、Y% 1＝5.78、入力キー

＜ガス成分＞2/3

内部データ使用 → 気体選択画面に移る

成分ガスを番号で入力 → 3. 窒素、入力キー

＜成分のモル分率＞

Y% 2 ：03 窒素、Y% 2＝72.25、入力キー

＜ガス成分＞3/3

外部データ使用 → 成分名入力(例「XX」)
最後の成分なのでモル分率表示

気体密度データ 「1. 計算で求める」場合 → 成分の分子量入力

圧縮係数データ 「1. 計算で求める」場合 → 臨界温度 Tc 入力
臨界圧力 Pc 入力

成分の粘度入力

③ 外部データ使用の場合

成分名入力

各成分のモル分率入力

気体密度データ入力(計算又は直接) → 分子量、臨界温度、臨界圧力入力

気体の粘度入力

● スチーム ･･･ 水及び単体･化合物の飽和蒸気圧計算、音速計算

《計算の選択》

1. 飽和水蒸気圧
   温度入力で蒸気圧計算。圧力で選択した単位で表示する。
2. 飽和水蒸気温度
   圧力入力で蒸気温度計算。圧力で選択した単位で計算する。
3. 理想気体中の音速
   温度、比熱比、分子量入力で気体中の音速計算。
4. 液体中の音速
   20℃の体積弾性係数、密度入力で液体中の音速計算。
5. 無機化合物蒸気圧
   本解説の「圧力損失計算ソフト仕様」から番号を選択入力
   入力できる範囲内の温度で蒸気圧計算。
6. 有機化合物蒸気圧
   本解説の「圧力損失計算ソフト仕様」から番号を選択入力
   入力できる範囲内の温度で蒸気圧計算。

● 真空 ･･･低真空配管における粘性流の圧力損失計算

･設計条件入力、気体の種類（又は物性値）選択、配管寸法入力を先に済ませてから
本計算を行うこと。
･体積流量はノルマル流量を選択して値を入力する。
①気体（内部データ使用）の場合
配管の種類（円筒管かそれ以外か）選択
→ ガスの種類、分子１個の質量、流量（Q 値）表示
→ レイノルズ数（乱流は不可）、平均自由行程、クヌデセン数計算
粘性流の判定
→ 円筒管のコンダクタンス、圧力損失計算
②気体（外部データ使用）の場合
分子１個の質量、ガスの分子直径、0℃1atm のガス密度入力
→ 流量（Q 値）表示
→ レイノルズ数（乱流は不可）、平均自由行程、クヌデセン数計算
粘性流の判定
→ 円筒管のコンダクタンス、圧力損失計算

● Cv ･･･ バルブの Cv 値（流量係数）計算

1. 流体が液体の場合
2. 流体が液体で粘度補正が必要な場合

3. 流体が液体（水）でフラッシング補正を必要とする場合
4. 流体が気体の場合（⊿P＜P1/2）
5. 流体が気体の場合（⊿P≧P1/2）
6. 流体が水蒸気（スチーム）の場合（⊿P＜P1/2）
7. 流体が水蒸気（スチーム）の場合（⊿P≧P1/2）
8. 流体が一般蒸気の場合

＜流体選択＞ → 「1. 液」、「2. ガス」、「3. スチーム」、「4. 一般蒸気」

「1. 液」の場合

＜データ入力選択＞ →「1. 内部データ」、「2. 外部データ」

比重入力、計算方法を選択「1. Cv 値」、「2. 最大流量」

「1. Cv 値計算」の場合

最大体積流量、流入側圧力、流出側圧力入力

→ Cv 値計算

「入力」キーを押す。粘度補正が必要な場合、

動粘度入力 → 補正 Cv 値計算

液体が水の場合、フラッシング補正の有無を判定

「2. 最大流量」の場合

Cv 値入力、流入側圧力、流出側圧力入力

→ 最大流量計算

※その他の流体についての操作は例題参照。

● 再表 ･･･ 計算結果を再表示する。

圧損キー又は真空キーが最後に押された時に、どちらかの計算結果を表示する。
これら以外の別のキーが押された時は再表示しない。

● 新規 ･･･ 単位、入力値を初期化する。

＜単位＞

温度…20℃ 圧力…1MPa、粘度…1Pa･s、動粘度…1m2/s、力…1N

＜管内径＞

D＝25mm

※初期化の詳細は「圧力損失カードの基本操作－操作上の注意」参照。

※＜注意＞データファイルの読込は時間がかかります。通常は「いいえ」キー。

◆ 圧力損失計算ソフトの仕様

[1] 管内流れの各種エネルギー損失のうちの摩擦による圧力損失について扱い、温度、圧力、流量、密度、粘度、配管径を入力して計算。
[2] 流れの条件は粘性流体であり、ニュートン流体とします。即ち、液体や気体で密度分布が一様と見なせ、且つ粘性による摩擦損失を生じる流体について扱います。
高速圧縮性流体、非ニュートン流体、二相流体、電磁流体等については扱いません。
[3] 対象配管は円筒管、二重管、矩形管。
[4] 管内平均流速は一定管断面積と体積流量から計算。
[5] 内部データで扱う液体の密度は圧力により変化しないものとし、常圧における温度依存データを使用。
[6] 気体の密度は温度と圧力に依存するので、本計算では配管中の気体温度と圧力は一定とします。即ち、管内気体密度は一定と考えます。
[7] 内部データで扱う流体の粘度は温度のみに依存するとし、圧力に対する補正をせずに１気圧のデータを使用します。
[8] 温度、圧力、流量、密度、粘度の入力単位は任意選択。
[9] 流量は体積流量（ノルマル流量(0℃1気圧)又はアクチャル流量(実流量)）又は質量流量を選択。
[10] 内部データで扱う混合流体は混合ガス（2～5種）のみを扱い、平均分子量、密度、粘度を計算。
[11] 管内の流れは二つに大別して、レイノルズ数（Re）を計算。遷移流れは考えません。
Re≦2320･･･層流、Re＞2320･･･乱流 とします。
[12] 粗度を平滑管と粗管に分けて管摩擦係数の計算。
平滑管･･･電解研磨ステンレス管、引抜き銅管、ガラス管等
粗　管･･･ステンレス鋼管、炭素鋼管等
[13] 継手、バルブ類の乱流時の損失頭を直管相当長として近似計算。
45°エルボ、90°エルボ、90°ベンド、180°ベンド、十字継手、T 継手
玉形弁（グローブ弁）、ゲート弁、アングル弁
[14] 急拡大、急縮小の抵抗係数計算。
[15] オリフィス、緩やかな拡大、曲管、コイル管の圧力損失計算。
[16] 直円管の摩擦による圧力損失は層流の場合はハーゲン･ポアズイユの式を、乱流の場合にはファニングの式を適用して計算。
[17] 真空配管の粘性流における圧力損失計算。平均自由行程から粘性流の判定。
[18] 円形断面以外の配管の圧力損失は管内径の代りに相当直径を動水半径から求めて計算。
[19] バルブの流量係数（Cv 値）と圧力から流量計算（液体、気体、水蒸気、一般蒸気）。
[20] 流量と圧力からバルブの Cv 値計算してバルブの口径選定。
[21] 密度、粘度の内部データは気体14種類、液体6種類。

気体･･･空気、酸素、窒素、水素、ヘリウム、アルゴン、一酸化炭素、炭酸ガス、メタン、
飽和水蒸気、過熱水蒸気、エタン、プロパン、ブタン

液体･･･水、海水（35‰）、50%エチレングリコール水溶液、シリコンオイル（YF33-100）、
メタノール、エタノール

[22] 上記流体の化学式、分子量、融点、沸点、臨界温度、臨界圧力、臨界圧縮係数を内臓

[23] 水の飽和蒸気圧力、飽和蒸気温度を近似計算（菅原の式）。

[24] 理想気体中及び液体中の音速計算。

[25] 単位変換できる諸量と単位

NO	単位量	単　　位
1	温度（4）	℃, ℉, K, R
2	圧力（21）	Pa, GPa, MPa, kPa, hPa, mPa, kg/cm^{2}G, bar, mbar, μbar, atm, kgf/m^2, kgf/cm^2, kgf/mm^2, Torr, inHg, mAq, inAq, psig, psi, lbf/ft^2
3	密度（11）	kg/m^3, t/m^3, g/m^3, mg/m^3, μg/m^3, lb/ft^3, lb/in^3, tn/ft^3, ltn/yd^3, lb/USgal, lb/UKgal
4	粘度（13）	Pa･s, mPa･s, P, cP, mP, μP, kg/m･s, kg/m･h, gfs/cm^2, kgfs/m^2, lb/ft･s, lb/ft･h, lbfs/f^2
5	動粘度（8）	m^2/s, m^2/h, St, cSt, mSt, ft^2/s, in^2/s, ft^2/h
6	体積流量（13）	m^3/s, m^3/min, m^3/h, l/s, l/min, mm^3/s, cm^3/s, dl/s, USgal/s, UKgal/s, ft^3/s, 石/min, 升/s
7	質量流量（15）	kg/s, kg/m, kg/h, kt/s, t/s, t/m, t/h, g/s, g/m, g/h, mg/s, μg/s, lb/s, lb/h, lb/m
8	速度（10）	m/s, cm/s, m/m, km/h, m/h, yd/s, ft/s, mph, kt, 里/h
9	加速度（5）	m/s^2, cm/s^2, m/h^2, yd/s^2, ft/s^2
10	長さ（20）	m, km, dm, cm, mm, μm, mil, chan, yd, ft, in, 里, 町, 丈, 間, 尺, 寸, 分, 厘, 毛
11	面積（22）	m^2, km^2, ha, a, dm^2, cm^2, mm^2, mil^2, ac, ch^2, yd^2, ft^2, in^2, 町, 反, 畝, 坪, 合, 尺^2, 勺, 寸^2, 分^2
12	体積（17）	m^3, l, dl, cm^3, mm^3, USgal, yd^3, UKgal, ft^3, in^3, 石, 尺^3, 斗, 升, 合, 寸^3, 勺
13	質量（17）	kg, t, hg, g, ct, mg, ltn, tn, lb, oz, gr, 貫, 斤, 匁, 分, 厘, 毛
14	力（15）	N, MN, kN, mN, μN, dyn, Mdyn, Mtf, ktf, tf, kgf, gf, mgf, lbf, pdl

[26] 配管寸法データ内臓（内径、外径、肉厚）
SGP、STPG、SUSTP、SUSTPY

[27] 無機化合物（63種）、有機化合物（63種）の飽和蒸気圧を多項式で近似計算。

【無機化合物の種類】

番号	名称	別名 (※濃度)	化学式	沸点[℃] (※昇華点)	下限温度 [℃]	上限温度 [℃]
1	四塩化炭素		CCl4	76.7	-20	283.05
2	アンモニア		NH3	-33.4	-77.73	132.45
3	硫酸水溶液１	※95wt%	H2SO4		0	100
4	硫酸水溶液２	※90wt%	H2SO4		0	100
5	硫酸水溶液３	※80wt%	H2SO4		0	100
6	硫酸水溶液４	※70wt%	H2SO4		0	100
7	硫酸水溶液５	※60wt%	H2SO4		0	100
8	硫酸水溶液６	※50wt%	H2SO4		0	100
9	硫酸水溶液７	※40wt%	H2SO4		0	100
10	硫酸水溶液８	※30wt%	H2SO4		0	100
11	硫酸水溶液9	※20wt%	H2SO4		0	100
12	硫酸水溶液10	※10wt%	H2SO4		0	100
13	六フッ化硫黄		SF6	-63.8	-80	40
14	二酸化炭素	炭酸ガス	CO2	※-78.5	-56.6	31.04
15	二酸化炭素	ドライアイス	CO2	※-78.5	-130	-56.6
16	二酸化硫黄	亜硫酸ガス	SO2	-10	-69.7	157.5
17	塩素		Cl2	-34.04	-90	144
18	塩化水素		HCl	-85.034	-136.08	50
19	臭素		Br2	58.56	-25.8	58.56
20	臭化水素		HBr	-66.72	-121.4	85
21	フッ素		F2	-187.95	-214.05	-129.15
22	フッ化水素		HF	19.52	-80	180
23	硫化水素		H2S	-60.341	-116.4	95
24	亜酸化窒素		N2O	-88.48	-129.07	35
25	四塩化ケイ素		SiCl4	57.3	-34.87	57.3
26	アルゴン		Ar	-185.86	-211.29	-122.29
27	酸素		O2	-182.97	-218.15	-123.15
28	窒素		N2	-195.81	-221.15	-147.15
29	水素		H2	-252.76	-263.15	-241.15
30	ヘリウム		He	-268.934	-272.25	-267.95
31	ヨウ素		I2	184.4	0	184.4
32	水銀		Hg	356.6	-40	675
33	四塩化ゲルマニウム		GeCl4	84	-45	106.85

番号	名称	別名 (※濃度)	化学式	沸点 ※昇華点	下限温度 [℃]	上限温度 [℃]
34	二硫化炭素		CS2	46.23	-44.86	100
35	ネオン		Ne	-246.06	-248.15	-228.75
36	氷		H2O	100	-100	0
37	四臭化ゲルマニウム		GeBr4	189	43.3	189
38	シラン	モノシラン	SiH4	-111.5	-179.3	-20
39	六フッ化タングステン		WF6	17.5	-20	165
40	三塩化ﾘﾝ		PCl3	76.1	-30	80
41	三フッ化ﾘﾝ		PF3	-101.2	-151	-3.89
42	ジシラン		Si2H6	-14.3	-110	150
43	ホスフィン		PH3	-87.735	-136.85	50
44	アルシン		AsH3	-62.5	-142.6	90
45	ジボラン		B2H6	-92.53	-160	15
46	スチビン	水素化アンチモン	SbH3	-17	-80	20
47	セレン化水素		SeH2	-42	-100	135
48	水素化テルル		H2Te	-2	-45	20
49	ゲルマン		GeH4	-88.5	-165	30
50	三塩化ホウ素		BCl3	12.7	-91.5	170
51	三フッ化ホウ素		BF3	-99.8	-128.194	-12.02
52	三塩化ヒ素		AsCl3	130.21	0	135
53	硝酸		HNO3	83	-5.1	83
54	三フッ化メタン		CHF3	-82.16	-149.72	23.89
55	五フッ化ﾘﾝ		PF5	-84.5	-98.56	18.91
56	オキシ塩化ﾘﾝ		POCl3	105.1	0	114.19
57	ジクロロシラン		SiH2Cl2	8.2	-100	176
58	ﾄﾘｸﾛﾛｼﾗﾝ		SiHCl3	31.8	-53.4	63.85
59	四フッ化ケイ素1		SiF4	※-94.8	-84.44	-15
60	四フッ化ケイ素2		SiF4	※-94.8	-144	-84.44
61	過酸化水素		H2O2	150.2	50.1	150.2
62	二酸化窒素		NO2	21.15	-49.63	155
63	一酸化窒素		NO	-151.74	-178.07	-95
64	四フッ化炭素		CF4	-127.7	-184.6	-45.56

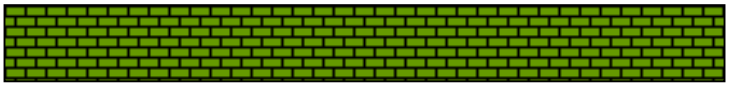
【有機化合物の種類】

番号	名称	別名 (※濃度)	化学式	沸点[℃] ※昇華点	下限温度 [℃]	上限温度 [℃]
1	メタノール	メチルアルコール	CH3OH	64.71	-44	240
2	エタノール	エチルアルコール	C2H5OH	78.3	-31.3	243.1
3	1－プロパノール	プロピルアルコール	C3H8O	97.8	-15	263.7
4	2－プロパノール	イソプロピルアルコール	C3H8O	82.5	-26.1	235
5	1－ブタノール	ブチルアルコール	C4H10O	117.5	-1.2	288
6	グリセリン		C3H8O3	290	125.5	290
7	ジエチルエーテル	エチルエーテル エーテル	C4H10O	34.6	-10	193.8
8	ジフェニルエーテル		C12H10O	259	121.09	370
9	エチルアセタート		C4H8O2	77.1	-20	250.1
10	アセトン	ジメチルケトン	C3H6O	56.1	-59.4	235
11	酢酸		C2H4O2	118	20	321.6
12	安息香酸		C7H6O2	250	132.1	250
13	アニリン		C6H7N	184.4	34.8	426
14	ニトロベンゼン		C6H5NO2	210.6	44.4	210.6
15	メタン		CH4	-161.73	-182.15	-82.6
16	エタン		C2H6	-88.63	-173.15	32.35
17	プロパン		C3H8	-42.07	-83.65	96.85
18	ブタン		C4H10	-0.5	-130	152.01
19	イソブタン		C4H10	-11.73	-150	134.98
20	ペンタン		C5H12	36.07	-100	196.62
21	イソペンタン	2－メチルブタン	C5H12	27.85	-100	187.8
22	ヘキサン		C6H14	68.74	-90	234.7
23	ヘプタン		C7H16	98.43	-70	267.01
24	オクタン		C8H18	125.66	-30	296.2
25	2,2,4－トリメチルペンタン	イソオクタン	C8H18	99.24	-30	271.1
26	ノナン		C9H20	150.79	-20	322
27	シクロペンタン		C5H10	49.262	-80	230
28	シクロヘキサン		C6H12	80.738	10	270
29	メチルシクロヘキサン		C7H14	100.934	-70	290
30	エチルシクロヘキサン		C8H16	131.783	-30	180

番号	名称	別名 (※濃度)	化学式	沸点[℃] ※昇華点	下限温度 [℃]	上限温度 [℃]
31	エチレン		C2H4	-103.772	-150	9.5
32	プロピレン		C3H6	-47.7	-180	91.9
33	2ーメチルプロペン	イソブチレン	C4H8	-6.9	-140	140
34	シクロペンテン		C5H8	-44.242	-50	120
35	シクロヘキセン		C6H10	82.979	-60	150
36	アレン	プロパジエン	C3H4	-34.32	-130	70
37	1,3ーブタジエン		C4H6	-4.47	-100	131.12
38	イソプレン	2ーメチルー1,3ーブタジエン	C5H8	34.067	-50	100
39	アセチレン		C2H2	※-84	-129.5	35.55
40	メチルアセチレン		C3H4	-23.22	-100	70
41	ベンゼン		C6H6	80.1	6.85	289.45
42	トルエン		C7H8	110.625	-70	310
43	oーキシレン		C8H10	144.411	-20	358.44
44	mーキシレン		C8H10	139.103	-30	346
45	pーキシレン		C8H10	138.351	20	345
46	エチルベンゼン		C8H10	136.186	-30	220
47	クメン	イソプロピルベンゼン	C9H12	152.392	-20	230
48	ブチルベンゼン		C10H14	183.27	0	250
49	スチレン	ビニルベンゼン	C8H8	145.2	0	145
50	ナフタレン	ナフタリン	C10H8	217.955	0	370
51	塩化メチル(R40)		CH3Cl	-24.22	-93	60
52	トリクロロフルオロメタン(R11)		CCl3F	23.7	-60	140
53	ジクロロジフルオロメタン(R12)		CCl2F2	-29.8	-70	111.8
54	クロロトリフルオロメタン(R13)		CClF3	-81.5	-110	29.13
55	ジクロロモノフルオロメタン(R21)		CHCl2F	8.9	-60	178.25
56	クロロジフルオロメタン(R22)		CHClF2	-40.8	-100	96.13
57	1,1,2ートリクロロー1,2,2ートリフルオロエタン(R113)		C2Cl3F3	47.68	-30	80

番号	名称	別名 (※濃度)	化学式	沸点[℃] ※昇華点	下限温度 [℃]	上限温度 [℃]
58	1,2 ― ジ ク ロ ロ ― 1,1,2,2―テトラフルオロエタン(R114)		C2Cl2F4	3.80	-40	60
59	ジメチルエーテル	DME	C2H6O	-24.82	-93.7	126.9
60	エチレングリコール		C2H6O2	197.36	90.64	220
61	クロロホルム		CHCl3	61.75	-29.72	100
62	ヘキサフルオロエタン		C2F6	-78.2	-101.11	16.95
63	パーフロロプロパン		C3F8	-36.75	-142.78	72.5

流れの計算指針



［1］ 管内流れの基礎

［2］ 円管内の平均流速

［3］ 物性値（計算に必要なデータ）

［4］ レイノルズ数

［5］ 円管の摩擦係数

［6］ 直円管の摩擦による圧力損失

［7］ 真空配管における粘性流の摩擦による圧力損失

［8］ 円形断面以外の配管の摩擦による圧力損失

［9］ 管路の諸損失

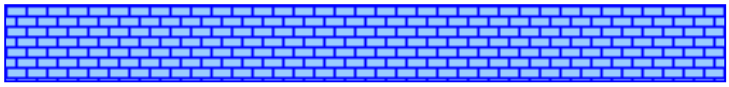
［10］ バルブの Cv 値計算

［11］ 気体のデータ（密度と粘度）

［12］ 液体のデータ（密度と粘度）

［13］ 参考文献

単位変換･例解操作



[A] 単位単独変換

1. 温度
2. 圧力
3. 粘度
4. 動粘度

[B] 単位内部設定

[A1] 単位変換キーの操作･単独変換操作

『例題A－1』(温度)
300[℃]は華氏温度[゜F]、絶対温度(ケルビン温度[K]、ランキン温度[゜R])で何度か？
589[゜F]は摂氏温度[℃]、絶対温度(ケルビン温度[K]、ランキン温度[゜R])で何度か？
3650[゜R]は摂氏温度[℃]で何度か？

【例題A－1解答】
(1) 単位キーをタッチ (300[℃]→?[゜F])

①単独変換を選択 → はいキー

②＜単位変換＞(単独変換) から「1. 温度」を選択 → 1、入力キー

③”▽1】温度”の中から「1:℃」を選択

変換前＜1＞？ → 1、入力キー

000、入力キー で単位メニューに戻る。

④”▼1】温度”の中から”2:゜F”を選択

変換後＜2＞？ → 2、入力キー

⑤”変換前数値[℃]=”に数値を入力 → 300、入力キー

⑥”変換後数値[゜F]=572”と表示

⑦別の数値で変換するする時は → はいキー

⑤からの繰返しとなる。

⑧別の単位変換をする時 (②へ戻る) → いいえキー

(2) 単位キーをタッチ (300[℃]→?[K])
①～③ (1) と同じ
④”▼1】温度”の中から”3:K”を選択

変換後＜2＞？ → 3、入力キー

⑤”変換前数値[℃]=”に数値を入力 → 300、入力キー

⑥”変換後数値[K]=573.15”と表示

(3) 単位キーをタッチ(300[℃]→?[゜R])
①～③ (1)と同じ
④”▼1】温度”の中から”4:R”を選択

変換後＜3＞？ → 4、入力キー

⑤”変換前数値[℃]=”に数値を入力 → 300、入力キー

⑥”変換後数値[R]=1031.67”と表示

(4) 単位キーをタッチ(589[゜F]→?[℃])
①～④ (1)を参照

⑤”変換前数値[゜F]=”に数値を入力 → 589、入力キー

⑥”変換後数値[℃]=309.44‥”と表示

(5) 単位キーをタッチ(589[゜F]→?[K])
①～⑤ (1)を参照
⑥”変換後数値[K]=582.594‥”と表示

(6) 単位キーをタッチ(589[゜F]→?[゜R])
①～⑤ (1)を参照
⑥”変換後数値[R]=1048.67‥”と表示

(7) 単位キーをタッチ(3650[゜R]→?[℃])
①～⑤ (1)を参照
⑥”変換後数値[R]=1754.627‥”と表示

[A２] 単位変換キーの操作･単独変換操作

『例題Ａ－２』(圧力)
ゲージ圧力８．５[kgf/cm2･G(=atg)]を次の圧力の単位に変換する。
[kgf/cm2(=ata,at)]、[atm]、[MPa]、[psi(=lbf/in2)]、[psig(=lbf/in2･G)]

【例題A-2 解答】
(1) 単位キータッチ (8.5[kgf/cm2･G(=atg)] →？[kgf/cm2(=ata,at)])

①単独変換を選択 → はいキー

②＜単位変換＞(単独変換) から”2.圧力”を選択 → 2、入力キー

③”▽2】圧力”の中から”7:kg/cm2G”を選択

変換前<3>？ → 7、入力キー

④”▼2】圧力”の中から”13:kgf/cm2”を選択

変換後<12>？ → 13、入力キー

⑤”変換前数値[kgf/cm2G]=”に

変換したい数値を入力。この例では８．５ ８．５、入力キー

⑥”変換後数値[kgf/cm2]=9.533…”と表示

⑦別の数値で変換するする時 (⑤へ戻る) はいキー

⑧別の単位変換する場合 (②へ戻る) いいえキー

(2) 単位変換キー (８．５[kgf/cm2･G(=atg)] →？[atm(気圧)])
①～③ (1) と同じ
④”▼2】圧力”の中から”11:atm”を選択
⑤”変換前数値[kgf/cm2G]=”と表示されるので

変換したい数値を入力。この例では８．５ ８．５、入力キー

⑥”変換後数値[atm]=9.226…”と表示

(3) 単位変換キー (８．５[kgf/cm2･G(=atg)] →？[MPa])
①～③ (1) と同じ

④”▼2】圧力”の中から”3:MPa”を選択
⑤”変換前数値[kgf/cm2G]=”と表示されるので

変換したい数値を入力。この例では8．5　　8．5、入力キー

⑥”変換後数値[MPa]=9.3489…E-01”（=0.93489）と表示

（4）単位変換キー（8．5[kgf/cm2･G(=atg)] →？[psi]）
①～③ （1）と同じ
④”▼2】圧力”の中から”20.psi”を選択
⑤”変換前数値[kgf/cm2G]=”と表示されるので

変換したい数値を入力。この例では8．5　　8．5、入力キー

⑥”変換後数値[psi]=135.5943511”と表示

（5）単位変換キー（8．5[kgf/cm2･G(=atg)] →？[psig]）
①～③ （1）と同じ
④”▼2】圧力”の中から”19.psig”を選択
⑤”変換前数値[kgf/cm2G]=”と表示されるので

変換したい数値を入力。この例では8．5　　8．5、入力キー

⑥”変換後数値[psi]=120.8984022”と表示

[A3] 単位変換キーの操作･単独変換操作

『例題Ａ－３』(粘度)
1.002[cP](センチポアズ)(=mPa･s)、13.31×10^-4[kgf･s/m2]を次の粘度の単位に変換する。
[Pa･s](=kg/m･s)、[kg/m･h]

【例題Ａ－３解答】

(1) 単位変換キー(1.002[cP(=mPa･s)] →？[Pa･s(=kg/m･s)])
①単独変換を選択
②＜単位変換＞(単独変換)から”4.粘度”を選択
③”▽4】粘度”の中から”4:cP”を選択
④”▼4】粘度”の中から”1:Pa･s”を選択
⑤”変換前数値[cP]=”と表示されるので
変換したい数値を入力。この例では 1.002
⑥”変換後数値[Pa･s]=0.001002”と表示

(2) 単位変換キー(1.002[cP(=mPa･s)] →？[kg/m･h])
①～③ (1)と同じ
④”▼4】粘度”の中から”8:kg/m･h”を選択
⑤”変換前数値[cP]=”と表示されるので
変換したい数値を入力。この例では 1.002
⑥”変換後数値[kg/m･h]=3.6072”と表示

(3) 単位変換キー(13.31×10^-4[kgf･s/m2] →？[Pa･s(=kg/m･s)])
①単独変換を選択
②＜単位変換＞(単独変換)から”4.粘度”を選択
③”▽4】粘度”の中から”10:kgfs/m2”を選択
④”▼4】粘度”の中から”1:Pa･s”を選択
⑤”変換前数値[kgfs/m2]=”と表示されるので
変換したい数値を入力。この例では 0.001331
⑥”変換後数値[Pa･s]=1.305･･･E-02”と表示

(4) 単位変換キー(13.31×10^-4[kgf･s/m2] →？[kg/m･h])
①～③ (3)と同じ

④”▼4】粘度”の中から”8:kg/m･h”を選択
⑤”変換前数値[kgfs/m2]=”と表示されるので
　変換したい数値を入力。この例では 0.001331
⑥”変換後数値[kg/m･h]=46.989･･･”と表示

［A４］動粘度と粘度の関係･単独変換操作

『例題Ａ－４』（動粘度）
15℃の水の動粘度が 1.15[cSt]（センチストークス）(=mm2/s)の時の粘度を次の単位で求める。但し、15℃の水の密度を 998.2[kg/m3]とする。
[Pa･s](=kg/m･s)、[kg/m･h]

【例題Ａ－４解答】

動粘度から粘度を求める操作は、次の手計算で行う。
粘度＝動粘度×密度

（1）単位変換キー（1.15[cSt(=mm２/s)]→？[Pa･s(=kg/m･s)] j
①単独変換を選択
②＜単位変換＞から”5 動粘度”を選択
③”▽5】動粘度”の中から”4:cSt”を選択
④”▼5】動粘度”の中から”1:m2/s”を選択
⑤”変換前数値[cSt]=”と表示されるので
変換したい数値を入力。この例では 1.15
⑥”変換後数値[m2/s]=0.00000115”と表示
⑦手計算…0.00000115[m２/s]×998.2[kg/m3]＝0.001148[Pa･s(=kg/m･s)]

（2）単位変換キー（1.15[cSt(=mm２/s)]→？[kg/m･h]）
①～③ （1）と同じ
④”▼5】動粘度”の中から”2:m2/h”を選択
⑤”変換前数値[cSt]=”と表示されるので
変換したい数値を入力。この例では 1.15
⑥”変換後数値[m2/h]=0.00414”と表示
⑦手計算…0.00414[m２/h]×998.2[kg/m３]＝4.1325[kg/m･h]

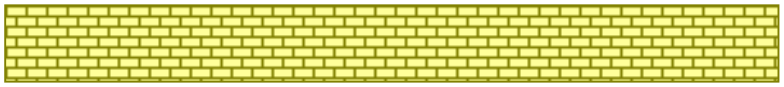
[B1] 単位変換キーの操作･内部設定操作

『例題Ｂ－1』
　圧力損失計算で使用する単位を次のように設定する。
温度[℃]、圧力[MPa]、密度[kg/m3]、粘度[cP]、流量[l/min]

【例題Ｂ－1解答】

(1) 単位変換キー
＜単位変換法＞画面で、現在の内部設定単位が表示される。
単位を変更する場合は、以下の操作をします。
①内部設定を選択
②＜単位変換＞(内部設定) から”1.温度゛”を選択
③”【1】温度”の中から”1:℃”を選択
④”【2】圧力”の中から”3:MPa”を選択
⑤”【3】密度”の中から”1:kg/m3”を選択
⑥”【4】粘度”の中から”4:cP”を選択
⑦”【5】動粘度”の単位設定は変更がないのでパス
⑧”【6】体積流量”の中から”5:l/min”を選択
⑨単位設定終了 →「000」入力
⑩＜単位変換＞(内部設定) →「000」入力
　メニュー画面に戻る。

円筒管内の摩擦による圧力損失
例解操作



［C］ 気体/内部データ使用

［D］ 液体/内部データ使用

［E］ 気体（水蒸気）/内部データ使用

［F］ 混合気体（2～5種）/内外データの混在使用

［G］ 気体/外部データ使用

［H］ 液体/外部データ使用

[C1] 気体／内部データ使用･円筒管内の摩擦による圧力損失計算

『例題Ｃ－1』 次の条件で圧力損失計算
流体：メタンガス
温度：２０[℃]
圧力：10[MPa･abs]
流量：３０００[Nm3/h] (at 0℃、1atm)
配管：配管用炭素鋼鋼管（ＳＧＰ）２５Ａ
直管全長Ｌ＝５０[m]、水平設置
付属：９０°エルボー…5個、グローブ弁…2個

【例題Ｃ－1解答】

(1) 単位キーをタッチ (必要に応じて)

使用する単位を選択、内部設定選択 → いいえキー

＜単位変換＞ (内部設定) 画面で単位諸量選択

例えば圧力の単位を[MPa]にする場合、圧力選択 → 2、入力キー

圧力の単位 (MPa) を選択 → 3、入力キー

温度、密度、粘度、流量の単位をそれぞれ次の様に設定する。
[℃]、[kg/m3]、[kg/m･h]、[m3/h]

(2) 条件キーをタッチ (設計条件を入力する)

《流量選択》で、「体積流量」選択 → はいキー

《体積流量選択》で、「ノルマル流量」選択 → いいえキー

《圧力単位選択》で、「絶対圧力」選択 → はいキー

《設計条件の気体圧力》…計算結果の説明表示 → 画面タッチ
《設計条件》G (又は L) で、

温度 [℃] =<20>？ → ２０、入力キー

絶対圧力[MPa]=<1> → １０、入力キー

体積流量 N[m3/h]=<1> → 3000、入力キー

(3) 気体キーをタッチ (内部データが利用できるとき)

《気体[G]選択》画面で気体番号を選択 → 9、入力キー

[G] 9 メタン CH4 の基礎データ表示 → はいキー

次キーをタッチして、圧力損失メニュー〔2〕画面に移り、

(4) 密度キーをタッチ (計算結果を確認する時)

《密度》画面で[1]内部気体選択 → 1、入力キー

〔内部気体密度〕 メタン
温度:T = 20 [°C]、 圧力:P = 10 [MPa]
9 D = 79.418 [kg/m3]
圧縮係数 z = 0.828
気体定数 R0=0.00051 [MPa･m3/kg･K]
0°C、1atm 気体密度[kg/Nm3] = 0.7168

画面をタッチ、000、入力キー

次キーをタッチして、圧力損失メニュー〔2〕画面に移り、

(5) 粘度キーをタッチ (計算結果を確認する時)
《粘度》[kg/m･h] 圧力～1atm
内部気体…メタン T=20[°C] V = 3.926E-2(=3.926×10^-2)

(6) 配管キーをタッチ

《配管用管データ》画面で管の種類選択 → はいキー

1. SGPを選択 → 1、入力キー

配管用炭素鋼鋼管 SGP 呼び A でサイズ選択 → 25、入力キー

「管データ」表示
呼びA＝25

呼びB＝1
外径＝34[mm]
内径＝27．6[mm]
肉厚＝3．2[mm]

Y／N　　→ はいキー

「管長」入力、L[m]＝＜1＞　→ 50、入力キー

(7) 圧損キーをタッチ

「計算選択」で、「1．平均流速」を選択 → 1、入力キー

計算結果を表示する。
平均流速 u＝1．2571E+01[m/s] (=12.57)
体積実流量 QA＝2．7076E+01[m3/h] (=27.08)
ノルマル流量 QN＝3．0000E+03 (=3000[Nm3/h])
管内径 d＝2．7600E-02[m] (=27.6[mm])
計算結果を表示する。
レイノルズ数 Re＝2．5264E+06→乱流
管摩擦係数 f ＝5．6979E-03
圧力損失 PD[MPa]＝2．5912E-01 (=0.259)
損失頭 Ff [kgf･m/kg]＝3．3270E+02 (=332.7)
(比重量を使った場合の単位は[m])
管長 L[m]＝50
密度[kg/m3]＝79.41875261

粘度[kg/m･h]＝3.926511824E-02 → はいキー

(8) 諸損キーをタッチ

《管路諸損失》で、「1．継手･弁類」選択 → 1、入力キー

継手･弁類の相当長で、「2．90°エルボ」選択 → 2、入力キー

内径:D[mm]＝27．6
弁継手相当長:Le[m]＝0．8832
画面をタッチ

(9) 諸損キーをタッチ

《管路諸損失》で、「1. 継手･弁類」選択 → 1、入力キー

継手･弁類の相当長で、「9. 玉形弁」選択 → 9、入力キー

内径:D[mm]＝27. 6
弁継手相当長:Le[m]＝8. 28
画面をタッチ

(10) 手計算で付属物の相当長を計算する
直管相当長＝0. 8832×5＋8. 28×2＝20. 976[m]

手順(6)から再計算･管長:L＝50＋21＝71[m]

(11) 配管キーをタッチ
「1. SGP」を選択
･･･
「管長」入力、L[m]＝＜50＞ 71

(12) 圧損キーをタッチ
「1. 平均流速」を選択
平均流速 u＝1. 2571E+01[m/s] (=12.57)
体積実流量 QA＝2. 7076E+01[m3/h] (=27.08)
ノルマル流量 QN＝3. 0000E+03 (=3000[Nm3/h])
管内径 d＝2. 7600E-02[m] (=27.6[mm])
レイノルズ数 Re＝2. 5264E+06→乱流
管摩擦係数 f ＝5. 6979E-03
圧力損失 PD[MPa]＝3.6795E-01
損失頭 Ff [kgf･m/kg]＝4.7243E+02
管長:L[m]＝71

[C2] 気体／内部データ使用･円筒管内の摩擦による圧力損失計算

『例題Ｃ－2』 次の条件で許容圧力損失から管径を求める
流体：窒素ガス
温度：20℃
圧力：0．3[MPa･abs]
流量：200[NL/min]＝12[Nm3/h]
配管：ミリサイズのステンレスパイプ ･寸法未定
直管全長Ｌ＝10[m]
許容圧力損失：0．02～0．03[MPa]
付属：なし

【例題Ｃ－2解答】

(1) 単位キーをタッチ (必要に応じて)
温度、圧力、密度、粘度、流量の単位を次の様に設定する。
[℃]、[MPa]、[kg/m3]、[kg/m･h]、[L/min]

(2) 条件キーをタッチ (設計条件を入力する)
《流量選択》で、「体積流量」、「ノルマル流量」選択
《圧力単位選択》で、「絶対圧力」選択
《設計条件》Ｇで、
温度 [℃] =20
絶対圧力[MPa]=0．3
体積流量 N[L/min]=200

(3) 気体キーをタッチ (内部データが利用できるとき)
《気体[G]選択》画面で気体番号3 (窒素) を選択

(4) 配管キーをタッチ
《管種類選択》画面で「1．円筒管」選択
《円筒管》画面で仮定する内径入力
内径 d[mm]＝＜25＞？ → 10
管内面の粗さを入力する。
SUS 引抜管なので粗管とする。 → 2
「管長」入力、L[m]＝＜71＞ 10

(5) 圧損キーをタッチ
「1. 平均流速」を選択
平均流速 u＝1.5394E+01[m/s] (=15.39)
体積実流量 QA＝7.2542E+01[L/min] (=72.54)
ノルマル流量 QN＝2.0000E+02 (=200[NL/min])
管内径 d＝1.0000E-02[m] (=10[mm])
レイノルズ数 Re＝3.0278E+04→乱流
管摩擦係数 f ＝8.3026E-03
圧力損失 PD[MPa]＝1.3566E-02 (=0.0136)
損失頭 Ff [kgf･m/kg]＝4.0126E+02 (=401.3)
(比重量を使った場合の単位は[m])
管長 L[m]＝10
密度[kg/m3]＝3.44762588
粘度[kg/m･h]＝6.310213548E-02

(6) 手順 (4) から再計算
配管キーをタッチ
《管種類選択》画面で「1. 円筒管」選択
《円筒管》画面で仮定する内径入力
内径 d[mm]＝＜10＞？ → 8
管内面の粗さを入力する。
SUS 引抜管なので粗管とする。 → 2
「管長」入力、L[m]＝＜10＞ 10

(7) 圧損キーをタッチ
「1. 平均流速」を選択
平均流速 u＝2.4053E+01[m/s] (=24.05)
体積実流量 QA＝7.2542E+01[L/min] (=72.54)
ノルマル流量 QN＝2.0000E+02 (=200[NL/min])
管内径 d＝8.0000E-03[m] (=8[mm])
レイノルズ数 Re＝3.7847E+04→乱流
管摩擦係数 f ＝8.6387E-03
圧力損失 PD[MPa]＝4.3078E-02 (=0.0431)
損失頭 Ff [kgf･m/kg]＝1.2741E+03 (=1274)

許容圧力損失は 0.02～0.03[MPa]なので、(7) の計算結果は大きすぎるので (5) から管内径はφ10と決める。

[C3] 気体／内部データ使用･円筒管の摩擦による圧力損失計算

『例題Ｃ－３』 次の条件から配管に流せる最大流量を求める
流体：窒素ガス
温度：２０℃
圧力：０．４[MPa･abs]
流量：２００[NL/min] (仮定)
配管：外径 1/4"(6.35[mm])、肉厚1[mm]のステンレスパイプ
内径４．３５[mm]、直管全長Ｌ＝１０[m]
付属：なし

【例題Ｃ－３解答】

(1) 単位キーをタッチ (必要に応じて)
温度、圧力、密度、粘度、流量の単位を次の様に設定する。
[℃]、[MPa]、[kg/m3]、[kg/m･h]、[L/min]

(2) 条件キーをタッチ (設計条件を入力する)
《流量選択》で、「体積流量」、「ノルマル流量」選択
《設計条件》Ｇで、
温度 [℃] =２０
絶対圧力[MPa]=０．４
体積流量 N[L/min]=２００

(3) 気体キーをタッチ (内部データが利用できるとき)
《気体[G]選択》画面で気体番号３ (窒素) を選択

(4) 配管キーをタッチ
《管種類選択》画面で「1. 円筒管」選択
《円筒管》画面で内径入力
内径 d[mm]＝＜10＞？ → ４．３５
管内面の粗さを入力する。
SUS 引抜管なので粗管とする。 → ２
「管長」入力、L[m]＝＜10＞ １０

(5) 圧損キーをタッチ
「1. 平均流速」を選択
平均流速 u＝6．1014E+01[m/s] (=61.01)
体積実流量 QA＝5．4407E+01[L/min] (=54.41)
ノルマル流量 QN＝2．0000E+02 (=200[NL/min])
管内径 d＝4．3500E-03[m] (=4.35[mm])
レイノルズ数 Re＝6．9605E+04→乱流
管摩擦係数 f ＝1．0126E-02
圧力損失 PD[MPa]＝7．9673E-01 (=0.7967)
損失頭 Ff [kgf･m/kg]＝1．7673E+04
(比重量を使った場合の単位は[m])
管長 L[m]＝10
密度[kg/m3]＝4.596834507
粘度[kg/m･h]＝6.310213548E-02
【注】PD=P1-P2>0.4P1 (分割再計算)

※圧力損失が入口圧以上なので予定の流量が流れない。予定の流量を流すには配管径を大きくして再計算しなければならない。この時、管内の密度変化を無視するために入口圧(P1)と出口圧(P2)の差、即ち圧力損失を入口圧の 1/10 以下に成るようにする。

☆本計算例では、平均密度を求めて圧力損失の近似計算を行う。
密度変化が大きい場合の圧力損失の近似計算は、管出入口の圧力差を調べてから次の手順で行う。
①P1－P2＞0．1P1の場合 ⇒ 管出入口の密度の算術平均をとって計算する。
②P1－P2＞0．4P1の場合 ⇒ 管全長を区間に分けて、各区間毎に密度を算出して計算する。

本カードでの計算はP1－P2≦0．4P1の場合を扱う。
例えば、ここでの許容圧力損失は
P1－P2＝0．4P1＝0．4×0．4＝0．16[MPa･abs]
なので、密度は出入口のガス密度の算術平均をとる。平均ガス密度は、出入口圧力の算術平均で近似する。出口圧力は
P2＝P1－0．16＝0．4－0．16＝0．24[MPa･abs]
平均圧力は、
Pa＝(P1＋P2)／2＝(0．4＋0．24)／2＝0．32[MPa･abs]

(6) 条件キーをタッチ (設計条件を入力する)
《流量選択》で、「体積流量」選択、「ノルマル流量」選択

《設計条件》Ｇで、
温度［℃］＝２０
絶対圧力[MPa]=0．３２
体積流量 N[L/min]=２００

⑺ 気体キーをタッチ（内部データが利用できるとき）
《気体[G]選択》画面で気体番号３（窒素）を選択

⑻ 配管キーをタッチ
《管種類選択》画面で「1．円筒管」選択
《円筒管》画面で内径入力
内径 d[mm]＝４．３５
管内面の粗さを入力する。
SUS 引抜管なので粗管とする。
「管長」入力、L[m]＝１０

※(9)、(10)間は圧力損失が仮定した値0．１６[MPa･abs]になるように平均流速を入力して繰返し計算する。

⑼ 圧損キーをタッチ
「3．体積流量」を選択
平均流速[m/s]を仮定して入力する → ３０．１５
平均流速 u[m/s]＝３０．１５
管内径 d＝４．３５００Ｅ-03[m]
体積実流量 QA＝２．６８８４E+01[L/min]
ノルマル流量 ＱＮ＝７．９０６２E+01 [L/min]

⑽ 圧損キーをタッチ
「1．平均流速」を選択
平均流速 u＝３．０１５０E+01[m/s]（=30.15）
体積実流量 QA＝２．６８８４E+01[L/min]（=26.88）
ノルマル流量 ＱＮ＝７．９０６２E+01（=79.06[NL/min]）
管内径 d＝４．３５００E-03[m]（=4.35[mm]）
レイノルズ数 Ｒｅ＝２．７５１５E+04→乱流
管摩擦係数 ｆ ＝１．０４１１E-02
圧力損失 ＰＤ[MPa]＝１．６００１E-01（=0.16）
損失頭 Ff [kgf･m/kg]＝４．４３７E+03
管長 L[m]＝10

密度[kg/m3]＝3.677467606
粘度[kg/m･h]＝6.310213548E-02
【注】PD=P1-P2>0.4P1（分割再計算）･･･ここでは無視

よって、許容圧力損失内での最大流量は
ＱＮ　７９[NL/min]

☆圧力損失の計算中で表示される実流量とノルマル流量の関係は次の手順による。

【実流量とノルマル流量の関係】手計算でノルマル流量を求める。
①体積実流量（ＱＡ）を質量流量に変換
Ｗ＝ＱＡ･ρ＝26.88×3.677×60/1000＝5.9303[kg/h]
ここで、ρ：手順（10）で表示した内部気体密度
②内部データの０℃、１気圧の気体の密度を表示
気体キーの操作で、窒素を選択した後、メニュー［２］で密度キー、[1]内部気体キーを選択すると気体キーで選択した０℃、１気圧の気体の密度が表示される。
ρ_0＝1.2505[kg/Nm3]
③質量流量（Ｗ）をノルマル体積流量に変換
ＱＮ＝Ｗ/ρ_0＝5.9303/1.2505＝4.7423[Nm3/h]＝79.04[NL/min]

[C4] 気体／内部データ使用･円筒管の摩擦による圧力損失計算

『例題Ｃ－４』 流速からガス流量を求める
流体：空気
温度：２０℃

圧力			管内径	流速
[kgf/cm2･G]	[kgf/cm2･A]	[MPa]	[mm]	[m/s]
2	3.0332	0.29745	4	10
5	6.0332	0.59165	4	10
10	11.0332	1.0820	4	10
2	3.0332	0.29745	10	10
5	6.0332	0.59165	10	10
10	11.0332	1.0820	10	10
2	3.0332	0.29745	4	20
5	6.0332	0.59165	4	20
10	11.0332	1.0820	4	20
2	3.0332	0.29745	10	20
5	6.0332	0.59165	10	20
10	11.0332	1.0820	10	20

【例題Ｃ－４･キー操作】

(1) 単位キーをタッチ (必要に応じて)
温度、圧力、粘度、流量の単位を次のように設定する。
[℃]、[kgf/cm2]、[kg/m･h]、[m3/h]

(2) 条件キーをタッチ (設計条件を入力する)
《流量選択》で、「体積流量」、「ノルマル流量」選択
《設計条件》Ｇで、
温度 [℃] =２０
絶対圧力[kgf/cm2]=３．０３３２
体積流量 N[m3/h]=１ (仮の値)

(3) 気体キーをタッチ
《気体[G]選択》画面で気体番号１ (空気) を選択

(4) 配管キーをタッチ
《管種類選択》画面で「1. 円筒管」選択
《円筒管》画面で内径入力
内径 d[mm]＝4
管内面の粗さを入力する。
SUS 引抜管なので粗管とする。
「管長」入力、L[m]＝1

(5) 圧損キーをタッチ
「3. 体積流量」を選択
平均流速入力 u[m/s]=10
管内径 d＝4. 0000E-03[m]
体積実流量 QA＝4. 5238E-01[m3/h]
ノルマル流量 QN＝1. 2363E+00[m3/h]

☆圧力を変えて再計算する場合

(6) 条件キーをタッチ (設計条件を入力する)
《流量選択》で、「体積流量」選択、「ノルマル流量」選択
《設計条件》G で、
温度 [℃] =20
絶対圧力[kgf/cm2]=6. 0332
体積流量 N[m3/h]=1 (仮の値)

(7) 気体キーをタッチ
《気体[G]選択》画面で気体番号1 (空気) を選択

(8) 圧損キーをタッチ
「3. 体積流量」を選択
平均流速入力 u[m/s]=10
管内径 d＝4. 0000E-03[m]
体積実流量 QA＝4. 5238E-01[m3/h]
ノルマル流量 QN＝2. 4591E+00[m3/h]

☆流速を変えて再計算する場合

(9) 圧損キーをタッチ
「3. 体積流量」を選択

平均流速入力 u[m/s]=20
平均流速 u[m/s]＝20
管内径 d＝4.0000E-03[m]
体積実流量 QA＝9.0477E-01[m3/h]
ノルマル流量 QN＝4.9182E+00[m3/h]

☆管内径を変えて再計算する場合

(10) 配管キーをタッチ
《管種類選択》画面で「1. 円筒管」選択
《円筒管》画面で内径入力
内径 d[mm]＝10
管内面の粗さを入力する。
SUS 引抜管なので粗管とする。
「管長」入力、L[m]＝1

(11) 圧損キーをタッチ
「3. 体積流量」を選択
平均流速入力 u[m/s]=20
平均流速 u[m/s]＝20
管内径 d＝1.0000E-02[m]
体積実流量 QA＝5.6548E+00[m3/h]
ノルマル流量 QN＝3.0739E+01[m3/h]

【例題 C-4･計算結果のまとめ】

空気、20℃

圧力		管内径	流速	実流量	ノルマル流量
kgf/cm2･G	kgf/cm2･A	mm	m/s	m3/h	Nm3/h
2	3.0332	4	10	0.4523	1.236
5	6.0332	4	10		2.459
10	11.0332	4	10		4.578
2	3.0332	10	10	2.827	7.727
5	6.0332	10	10		15.36
10	11.0332	10	10		28.61
2	3.0332	4	20	0.9047	2.472
5	6.0332	4	20		4.918
10	11.0332	4	20		9.157
2	3.0332	10	20	5.654	15.45
5	6.0332	10	20		30.73
10	11.0332	10	20		57.23

0℃、1atm の空気の密度：$\rho_0 = 1.2928$[kg/Nm3]

圧力 P	圧縮係数	20℃、P[kgf/cm2･G]の空気の密度
kgf/cm2･G	―	kg/m3
2	1	3.533
5	1	7.028
10	0.982	13.084

[C5] 気体／内部データ使用･円筒管内の摩擦による圧力損失計算

『例題Ｃ－５』
流体：圧縮空気
温度：２０℃
圧力：１０[kgf/cm2･G]＝１１．０３３２[kgf/cm2･A]＝１．０８２[MPa]
流量：〔Ⅰ〕 １００[Nm3/h]
〔Ⅱ〕 ０．８[Nm3/h]
配管：内径１０[mm]の銅引抜管、直管全長Ｌ＝１[m]、水平設置

【例題Ｃ－５解答】

〔Ⅰ〕 流量が１００[Nm3/h]の場合

(1) 単位キーをタッチ (必要に応じて)
温度、圧力、粘度、流量の単位を次のように設定する。
[℃]、[kgf/cm2]、[kg/m･h]、[m3/h]

(2) 条件キーをタッチ (設計条件を入力する)
《流量選択》で、「体積流量」、「ノルマル流量」選択
《圧力単位選択》で「ｹﾞｰｼﾞ圧力」選択
《設計条件》Ｇで、
温度 [℃] =２０
ｹﾞｰｼﾞ圧力[kgf/cm2]=１０
体積流量 N[m3/h]=１００
(絶対圧力[kgf/cm2]=11.0332276)

(3) 気体キーをタッチ
《気体[G]選択》画面で気体番号1 (空気) を選択

(4) 配管キーをタッチ
《管種類選択》画面で「1. 円筒管」選択
《円筒管》画面で内径入力
内径 d[mm]=１０
管内面の粗さを入力する。銅引抜管なので平滑管とする。
「管長」入力、L[m]=1

(5) 圧損キーをタッチ
「1. 平均流速」を選択
平均流速 u＝3．4945E+01[m/s] (=34.95)
体積実流量 QA＝9．8805E+00[m3/h] (=9.88)
ノルマル流量 QN＝1．0000E+02[m3/h]
管内径 d＝1．0000E-02[m] (=10[mm])
レイノルズ数 Re＝2．5210E+05→乱流
管摩擦係数 f ＝4．0572E-03
圧力損失 PD[kgf/cm2]＝1．3221E-01 (=0.132)
損失頭 Ff [kgf･m/kg]＝1．0104E+02
管長 L[m]＝1
密度[kg/m3]＝13.08427591
粘度[kg/m･h]＝6.529087476E-02

☆管出入口の密度変化が無視できる最大圧力損失は
P1－P2＝0．1P1＝0．1×11．0332＝1．1033[kgf/cm2]
この時の管長は
La＝(P1－P2)／PD＝1．1033／0．1322 8．3[m]
管出入口の平均密度で圧力損失を計算すべき管長範囲は
P1－P2＝0．4P1＝0．4×11．0332＝4．4133[kgf/cm2]
La＝(P1－P2)／PD＝4．4133／0．1322 33．4[m]
8．3[m]≦La≦33．4[m]
この範囲以上の管長の時は、管内径を大きくする。

〔II〕流量が0．8[Nm^3/h]の場合
流量のみを変更する場合、密度、粘度は変らないので気体キーの操作は省略できる。

(6) 条件キーをタッチ (設計条件を入力する)
《流量選択》で、「体積流量」、「ノルマル流量」選択
《設計条件》Gで、
温度 [℃] =20
ｹﾞｰｼﾞ圧力[kgf/cm2]=10
体積流量 N[m3/h]=0．8

(7) 圧損キーをタッチ
「1. 平均流速」を選択
平均流速 u＝2．7956E-01[m/s] (=0.28)

体積実流量 QA＝7．9044E-02[m3/h]
ノルマル流量 QN＝8．0000E-01[m3/h]
管内径 d＝1．0000E-02[m]（=10[mm]）
レイノルズ数 Re＝2．0168E+03→層流
管摩擦係数 f ＝7．9330E-03
圧力損失 PD[kgf/cm^2]＝1．6544E-05
損失頭 Ff [kgf･m/kg]＝1．2644E-02
管長 L[m]＝1
密度[kg/m^3]＝13.08427591
粘度[kg/m･h]＝6.529087476E-02

[C6] 気体／内部データ使用･円筒管内の摩擦による圧力損失計算

『例題Ｃ－6』
流体：水素ガス
温度：20℃
圧力：5[kgf/cm2･G]＝6．0332[kgf/cm2･A]＝0．59166[MPa]
流量：3[kg/h]
配管：内径10[mm]のステンレス管
　　直管全長Ｌ＝10[m]、水平設置
付属：なし

【例題Ｃ－6解答】

(1) 単位キーをタッチ（必要に応じて）
温度、圧力、粘度、流量の単位を次のように設定する。
[℃]、[kgf/cm2]、[kg/m･h]、[kg/h]

(2) 条件キーをタッチ（設計条件を入力する）
前の計算でゲージ圧を使った場合、ここで質量流量を選択した時、圧力単位の選択はできないので、一度体積流量を選択して圧力の単位を絶対圧力に設定しておく。
《流量選択》で、「質量流量」選択
《設計条件》Ｇで、
温度［℃］=20
絶対圧力[kgf/cm2]=6．0332
質量流量[kg/h]=3

(3) 気体キーをタッチ
《気体[G]選択》画面で気体番号4（水素）を選択

(4) 配管キーをタッチ
《管種類選択》画面で「1．円筒管」選択
《円筒管》画面で内径入力
内径 d[mm]=10
管内面の粗さを入力する。SUS 管なので粗管とする。
「管長」入力、L[m]=10

(5) 圧損キーをタッチ

「1. 平均流速」を選択

平均流速 u＝2. 1638E+01[m/s] (=21.64)
質量流量 W＝3. 0000E+00[kg/h]
ノルマル流量 QN＝3. 3370E+01[m3/h]
管内径 d＝1. 0000E-02[m] (=10[mm])
レイノルズ数 Re＝1. 2082E+04→乱流
管摩擦係数 f ＝9. 1536E-03
圧力損失 PD[kgf/cm2]＝4. 2860E-02
損失頭 Ff [kgf･m/kg]＝8. 7407E+02
(比重量を使った場合の単位は[m])
管長 L[m]＝10
密度[kg/m3]＝4.903492733E-01
粘度[kg/m･h]＝3.16136555E-02

[C7] 気体／内部データ使用･円筒管内の摩擦による圧力損失計算

『例題Ｃ－7』
流体：水素ガス
温度：20℃
圧力：25[atm]＝2.533[MPa.abs]
流量：800[kg/h]
配管：SUS304TP、50A、Sch40（OD=60.5、ID=52.7、t=3.9）
直管全長Ｌ＝500[m]、水平設置
付属：90°エルボ…10 個、グローブ弁…3 個

【例題Ｃ－7解答】

(1) 単位キーをタッチ（必要に応じて）
温度、圧力、粘度、流量の単位を次のように設定する。
[℃]、[atm]、[kg/m･h]、[kg/h]

(2) 条件キーをタッチ（設計条件を入力する）
《流量選択》で、「質量流量」選択
《設計条件》Ｇで、
温度［℃］=20
絶対圧力[atm]=25
質量流量[kg/h]=800

(3) 気体キーをタッチ
《気体[G]選択》画面で気体番号4（水素）を選択

(4) 配管キーをタッチ
「3. SUSTP･･」選択
「配管用ステンレス鋼鋼管 SUSTP 呼び径：A」で
Ｓｃｈ（スケジュール）番号入力、Sch=40
呼びＡ寸法入力、ＴＡ=50
管データ表示
呼びＡ＝50
呼びＢ＝2
外径＝60．5[mm]

内径＝５２．７[mm]
肉厚＝３．９[mm]
Ｓｃｈ４０
「管長」入力、L[m]=５００

(5) 諸損キーをタッチ
《管路諸損失》で、「1．継手･弁類」選択
継手･弁類の相当長で、「2．90°エルボ」選択
内径:D[mm]＝５２．７
弁継手相当長:Le[m]＝１．６８６４

(6) 諸損キーをタッチ
《管路諸損失》で、「1．継手･弁類」選択
継手･弁類の相当長で、「9．玉形弁」選択
内径:D[mm]＝５２．７
弁継手相当長:Le[m]＝１５．８１

(7) 手計算で付属物の相当長を計算する
直管相当長＝１．６８６４×１０＋１５．８１×３＝６４．２９４[m]
全直管長＝５００＋６４．２９４＝５６４．２９４[m]

(8) 配管キーをタッチ (管長変更)
「3. SUSTP･･」選択
「配管用ステンレス鋼鋼管 SUSTP 呼び径:A」で
Ｓｃｈ(スケジュール)＝４０
呼びA寸法入力、ＴＡ＝５０
管データ表示 ･･･ 省略 ･･･
「管長」入力、L[m]＝５６４．２９４

(9) 圧損キーをタッチ
「1．平均流速」を選択
平均流速 u＝４．９２８６Ｅ+01[m/s] (=49.286)
質量流量 W＝８．００００Ｅ+02[kg/h]
ノルマル流量 QN＝８．８９８７Ｅ+03[m3/h]
管内径 d＝５．２７００Ｅ-02[m] (=52.7[mm])
レイノルズ数 Re＝６．１１３８Ｅ+05→乱流
管摩擦係数 f ＝４．９７２７Ｅ-03
圧力損失 PD[atm]＝５．２７７１Ｅ+00

損失頭 Ff [kgf･m/kg]＝2．6378E+04
（比重量を使った場合の単位は[m]）
管長 L[m]＝564．294
密度[kg/m3]＝2.067055006
粘度[kg/m･h]＝3.16136555E-02
【注】PD=P1-P2>0.1P1

(10) 圧力条件の見直し
圧力損失の計算結果と入口圧力（P1）とを比較すると
PD＝P1－P2＝5．2771[atm]
P%＝（PD/P1）×100＝21．1[%]
PD＞0．1×P1 なので、管出入口の算術平均密度を使って再度計算をやり直す。気体の密度は圧力に比例するとして、管出入口の算術平均圧力を求めて圧力損失の計算をやり直す。
出口圧力：P2＝P1－PD＝25-5.2771＝19.7229[atm]
平均圧力：P3＝（P1＋P2）/2＝（25+19.7229）/2＝22.36[atm]

(11) 条件キーをタッチ（設計条件を入力する）
《流量選択》で、「質量流量」選択
《設計条件》Gで、
温度［℃］=20
絶対圧力[atm]=22．36
質量流量[kg/h]=800

(12) 気体キーをタッチ
《気体[G]選択》画面で気体番号4（水素）を選択

(13) 圧損キーをタッチ
「1．平均流速」を選択
平均流速 u＝5．4989E+01[m/s]
質量流量 W＝8．0000E+02[kg/h]
ノルマル流量 QN＝8．8987E+03[m3/h]
管内径 d＝5．2700E-02[m]
レイノルズ数 Re＝6．1138E+05→乱流
管摩擦係数 f ＝4．9727E-03
圧力損失 PD[atm]＝5．8879E+00
（P%＝（PD/P1）×100＝23．6[%]）
損失頭 Ff [kgf･m/kg]＝3．2837E+04

管長 L[m]＝５６４．２９４
密度[kg/m3]＝1.852651935
粘度[kg/m･h]＝3.16136555E-02
【注】PD=P1-P2>0.1P1 … 無視

(14) 区間分割による計算（参考）
管長を4分割して、各区間の圧力損失が PD<0.1P1 を満足するように再計算してみる。
① L=200[m]、P1=25[atm]
u=49.286[m/s]
PD=1.8703[atm]
密度[kg/m3]＝2.067
② L=164.294[m]、P1=25-1.8703=23.1297[atm]
u=53.194[m/s]
PD=1.6582[atm]
密度[kg/m3]＝1.915
③ L=100[m]、P1=23.1297-1.6582=21.4715[atm]
u=57.22[m/s]
PD=1.0857[atm]
密度[kg/m3]＝1.780
④ L=100[m]、P1=21.4715-1.0857=20.3858[atm]
u=60.207[m/s]
PD=1.1424[atm]
密度[kg/m3]＝1.692
⑤ 出口圧力は P2=20.3858-1.1424=19.2434[atm]

各区間の圧力損失を合計すると、
PD=1.8703+1.6582+1.0857+1.1424=5.7566[atm]
P%＝(PD/P1)×100＝２３．０３[%]

全区間の密度を算術平均すると、
ρa＝(2.067+1.915＋1.78＋1.692)/4＝1.8635[kg/m3]
(13)の密度と比較すると、
(ρa-ρ)/ρa×100＝(1.8635-1.8527)/1.8635×100＝0.58[%]

[C8] 気体／内部データ使用･円筒管内の摩擦による圧力損失計算

『例題Ｃ－８』 … 長い配管で PD>0.4P1 の場合
流体：窒素ガス
温度：２０℃
圧力：０．８[MPa（ｹﾞｰｼﾞ圧）]
流量：４００[NL/min]
配管：SUS316、3/8" EP 管（電解研磨管 ID=７．５mm）
表面粗さ…0.7μm 以下、e =0.0007[mm]
直管相当長 Ｌ＝８５[m]、水平設置
付属：なし

【例題Ｃ－８ 解答】

（1）単位キーをタッチ（必要に応じて）
温度、圧力、粘度、流量の単位を次のように設定する。
[℃]、[MPa]、[kg/m･h]、[L/min]

（2）条件キーをタッチ（設計条件を入力する）
《流量選択》で、「体積流量」、「ノルマル流量」選択
《圧力単位選択》で「ｹﾞｰｼﾞ圧力」選択
《設計条件》Ｇで、
温度［℃］=２０
ｹﾞｰｼﾞ圧力[MPa]=０．８
体積流量 N[L/min]=４００
（絶対圧力[MPa]=9.013250144E-01）

（3）気体キーをタッチ
《気体[G]選択》画面で気体番号３（窒素）を選択

（4）配管キーをタッチ
《管種類選択》画面で「１．円筒管」選択
《円筒管》画面で内径入力
内径 ｄ[mm]=７．５
管内面の粗さを入力する。「１．管壁粗さ：ｅ」を選択
ｅ[mm]=0.0007

「管長」入力、L[m]=８５

(5) 圧損キーをタッチ
「1. 平均流速」を選択
平均流速 u＝1．７９７８E+01[m/s] (=17.978)
体積実流量 QA＝４．７６５５E+01[L/min]
ノルマル流量 QN＝４．００００E+02[L/min]
管内径 d＝７．５０００E-03[m] (=7.5[mm])
レイノルズ数 Re＝８．０７４２E+04→乱流
管摩擦係数 f ＝４．８１７０E-03
圧力損失 PD[MPa]＝３．７０４１E-01
(P%＝(PD/P1)×100＝41．1[%])
損失頭 Ff [kgf･m/kg]＝３．５９８６E+03
(比重量を使った場合の単位は[m])
管長 L[m]＝８５
密度[kg/m3]＝10.496226
粘度[kg/m･h]＝6.310213548E-02
【注】PD=P1-P2>0.4P1 (分割再計算)

(6) 区間分割計算
圧力損失の計算結果と入口圧力 (P1) の４０%とを比較すると
０．４×P1＝０．４×０．９０１３２５＝０．３６０５３
PD＝P1－P2＝０．３７０４１
PD＞０．４P1 なので、管全長を区間分割して再度計算をやり直す。
分割間隔は試行法により、PD<0.1P1 を満たすことを条件とする。
各区間の入口圧力は P2=P1－PD で、１２区間に分割して計算した
結果をまとめる。

区間	管長 L[m]	入口圧力 P1[MPa.abs]	流速 u[m/s]	密度 ρ[kg/m3]	圧力損失 PD[MPa]
1	17	0.901325	17.978	10.496	0.07408
2	14	0.827245	19.849	9.5068	0.06736
3	12	0.759885	21.608	8.7327	0.06286
4	9	0.697030	23.557	8.0103	0.05139
5	8	0.645638	25.432	7.4197	0.04932
6	6	0.596320	27.536	6.8530	0.04005
7	5	0.556272	29.518	6.3927	0.03578
8	4	0.520496	31.547	5.9816	0.03059
9	3.5	0.489908	33.517	5.6301	0.02844
10	3	0.461473	35.582	5.3033	0.02588
11	2.5	0.435598	37.696	5.0059	0.02284
12	1	0.412755	39.782	4.7434	0.00964
合計	85	P2=0.403112			0.49821

P%＝(PD/P1)×100＝0.49821/0.901325×100＝55.3[%])

(7) 一般的ベルヌイの式からの検討(手計算による)

定常流の水平管で完全ガス法則が成立すると、圧縮性流体に適用できる一般式は、

$P1v1=P2v2=RT/M$

$(G^2/g_c)\ln(P1/P2)+(P2^2-P1^2)/(2P1v1)+2fG^2L/(g_cD)=0$

ここで、

G:質量速度(一定)
g_c:重力換算係数
P1:入口圧力
P2:出口圧力
v1:入口での流体の比容積
v2:出口での流体の比容積
L:管長
D:管内径
f:管摩擦係数

パソコン数値計算で近似計算してP2を求めると、

P2=0.3803[MPa.abs]

P1-P2=PD=0.901325-0.3803=0.521[MPa.abs]
P%＝（PD/P1）×100＝５７．８[%])

以上の計算結果から長い配管の場合（PD>0.1P1）、分割計算する等の配慮が必要となる。

[D1] 液体／内部データ使用･円筒管内の摩擦による圧力損失計算

『例題Ｄ－1』 次の条件で圧力損失計算
流体：水
温度：20℃
圧力：5[kgf/cm2･G]（参考）＝6．033[kgf/cm2･A]
流量：10[m3/h]
配管：硬質塩ビ管：VP40（外径48[mm]、内径40[mm]）
直管全長Ｌ＝50[m]（水平部…40[m]、垂直立上部…10[m]）
付属：90°エルボー…8個、グローブ弁（玉形弁）…2個

【例題Ｄ－1解答】

（1）単位キーをタッチ（必要に応じて）
温度、圧力、粘度、流量の単位を次のように設定する。
[℃]、[kgf/cm2]、[kg/m･h]、[m3/h]

（2）条件キーをタッチ（設計条件を入力する）
《流量選択》で、「体積流量」、「実流量」選択
《設計条件》Ｌで、
温度入力［℃］＝20
圧力入力[kgf/cm2]＝6．0332（液体の場合、参考値）
体積流量 A[m3/h]＝10

（3）液体キーをタッチ
《液体[L]選択》画面で液体番号1（水）を選択

（4）配管キーをタッチ
《管種類選択》画面で「1．円筒管」選択
《円筒管》画面で内径入力
内径 d[mm]＝40
管内面の粗さを入力する
e［mm］＝0．0015（例えば）
又は、ここでは管壁の粗さが不明とした場合には、
塩ビ管は平滑管として近似できるので → 3
「管長」入力、L[m]＝50

(5) 諸損キーをタッチ
《管路諸損失》画面で「1. 継手･弁類」選択
継手･弁類の相当長で、「2. 90°エルボ」選択
内径:D[mm]＝40
弁継手相当長:Le[m]＝1. 28

(6) 諸損キーをタッチ
《管路諸損失》画面で「1. 継手･弁類」選択
継手･弁類の相当長で、「9. 玉形弁」選択
内径:D[mm]＝40
弁継手相当長:Le[m]＝12

(7) 全直管長を手計算
付属物の直管相当長＝1. 28×8＋12×2＝34. 24[m]
相当長を含めた全直管長＝50＋34. 24＝84. 24[m]
手順(4)から管長の再入力
《円筒管》内径、管長
管内径:d[mm]＝40
管長:L[m]＝84. 24

(8) 圧損キーをタッチ
「1. 平均流速」を選択
平均流速 u＝2. 2104E+00[m/s](=2.21)
体積実流量 QA＝1. 0000E+01[m3/h]
管内径 d＝4. 0000E-02[m](=40[mm])
レイノルズ数 Re＝8. 8028E+04→乱流
管摩擦係数 f ＝4. 6697E-03
圧力損失 PD[kgf/cm2]＝9. 7825E-01
損失頭 Ff[kgf･m/kg]＝9. 8001E+00
(比重量を使った場合の単位は[m])
管長 L[m]＝84.24
密度[kg/m3]＝998.2035557
粘度[kg/m･h]＝3.609487424

(9) 再表示キー･計算結果をまとめて表示
【注】別のキーを押した後では数値が変ることがあるので、計算直後のみ有効。

次キーをタッチして、メニュー[2]画面に移動 → 再表キータッチ

(10)損失頭の合計を手計算

本カードでは摩擦損失の計算しか行わないので、位置損失を加えた損失頭の合計は手計算で行う。

液体の場合のポンプ選定にはこの合計損失頭と流量を決める必要がある。
この例題の場合、10mの位置変化だから損失頭の合計は

HD＝10＋9．8＝19．8[m]

水の比重量を1000[kgf/m3]として圧力損失を近似すると、

PD　19．8×1000＝19800[kgf/m2]
＝1．98[kgf/cm2]

この結果ポンプの吐出圧は大気圧分の圧力を考慮して、

1．98＋1．033＝3．013[kgf/cm2･A]＝1．98[kgf/cm2･G]

ゲージ圧で1．98[kgf/cm2･G]以上必要。
ここではポンプの吸入側については考えていない。

[D2] 液体／内部データ使用･円筒管内の摩擦による圧力損失計算

『例題Ｄ－２』 流量と流速から管内径を求める
流体：水
温度：２０℃
圧力：５[kgf/cm2･G]（参考）＝６．０３３[kgf/cm2･A]
流量：１０[m3/h]
流速：１．５[m/s]
配管：硬質塩ビ管：ＶＰ管

【例題Ｄ－２解答】

(1) 単位キーをタッチ（必要に応じて）
温度、圧力、粘度、流量の単位を次のように設定する。
[℃]、[kgf/cm2]、[kg/m･h]、[m3/h]

(2) 条件キーをタッチ（設計条件を入力する）
《流量選択》で、「体積流量」、「実流量」選択
《設計条件》Ｌで、
温度［℃］=２０
圧力[kgf/cm2]（液体の場合、参考値）=６．０３３２
体積流量 A[m3/h]=１０

(3) 液体キーをタッチ
《液体[L]選択》画面で液体番号１（水）を選択

(4) 圧損キーをタッチ
「計算選択」で、「２．円筒管内径」選択
平均流速入力　u[m/s]＝１．５
体積実流量　ＱＡ＝１．０００E+01[m3/h](=10)
管内径　ｄ＝４．８５５E-02[m](=0.04855)

(5) 規格管の寸法を調べる
管内径が４８．５５[mm]以上に該当する管は、
⇒ ＶＰ５０（外径６０[mm]、近似内径５１[mm]）
☆管長を1mとして、ＶＰ５０の塩ビ管での平均流速と圧力損失を求める。

(6) 配管キーをタッチ
《管種類選択》画面で「1. 円筒管」選択
《円筒管》画面で内径入力。内径 d[mm]＝51
塩ビ管は平滑管として近似できるので → 3
「管長」入力、L[m]＝1

(7) 圧損キーをタッチ
「1. 平均流速」選択
平均流速 u＝1. 3597E+00[m/s]
体積実流量 QA＝1. 000E+01[m3/h]
管内径 d＝5. 1000E-02[m]
レイノルズ数 Re＝6. 9042E+04→乱流
管摩擦係数 f＝4. 9014E-03
圧力損失：PD[kgf/cm2]＝3. 6175E-03 (=36.17[kgf/m2)
損失頭[kgf･m/kg]＝3. 6241E-02
管長：L[m]＝1
密度[kg/m3]＝998.2035557
粘度[kg/m･h]＝3.609484424

[D3] 液体／内部データ使用･円筒管内の摩擦による圧力損失計算

『例題Ｄ－3』 管内径と流速から流量を求める
流体：水
温度：20℃
圧力：5[kgf/cm2･G]（参考）＝6．033[kgf/cm2･A]
流速：1．5[m/s]
配管：硬質塩ビ管：VP25（外径32[mm]、内径25[mm]）
直管全長Ｌ＝50[m]、水平設置

【例題Ｄ－3解答】

(1) 単位キーをタッチ（必要に応じて）
温度、圧力、粘度、流量の単位をそれぞれ次のように設定する。
[℃]、[kgf/cm2]、[kg/m･h]、[m3/h]

(2) 条件キーをタッチ（設計条件を入力する）
《流量選択》で、「体積流量」、「実流量」選択
《設計条件》Ｌで、
温度［℃］=20
圧力[kgf/cm2]（参考値）=6．0332
体積流量 A[m3/h]（仮の値）=10

(3) 液体キーをタッチ
《液体[L]選択》画面で液体番号1（水）を選択

(4) 配管キーをタッチ
《管種類選択》画面で「1．円筒管」選択
《円筒管》画面で内径入力。内径 d[mm]＝25
塩ビ管は平滑管として近似できるので → 3
「管長」入力、L[m]＝50

(5) 圧損キーをタッチ
「3．体積流量」選択
平均流速入力 u[m/s]＝1．5
管内径 d＝2．5000E-02[m]

体積実流量　ＱＡ＝２．６５０７Ｅ+00[m3/h]

(6) 圧損キーをタッチ
「1. 平均流速」選択
平均流速　ｕ＝１．５０００Ｅ+00[m/s]
体積実流量　ＱＡ＝２．６５０７Ｅ+00[m3/h]
管内径　ｄ＝２．５０００Ｅ-02[m]
レイノルズ数　Ｒｅ＝３．７３３４Ｅ+04→乱流
管摩擦係数　ｆ＝５．６３０６Ｅ-03
圧力損失：ＰＤ[kgf/cm2]＝５．１５８１Ｅ-01
損失頭[kgf･m/kg]＝５．１６７４Ｅ+00
管長：Ｌ[m]＝５０
密度[kg/m3]＝998.2035557
粘度[kg/m･h]＝3.609484424

[D4] 液体／内部データ使用･円筒管内の摩擦による圧力損失計算

『例題Ｄ－４』 端末供給圧と供給流量を検討する。
流体：市水
温度：２０℃
入口圧力：０．５[MPa]（ゲージ圧）
終端スプレーノズル：８個
供給圧と流量：

	[1]	[2]	[3]
供給圧[MPa]	0.0981	0.1471	0.1961
ノズル１個の流量[L/min]	55.5	62	79
全流量[L/min]	444	496	560

配管：100A メイン配管からの８０A から５０A への分岐配管
① SGP-100A 管（内径 105.3mm）
② 急縮小 １００A→８０A ･･･ １箇所
８０A→５０A ･･･ １箇所
③ ８０A ゲート弁 ･･･ １箇所
④ SGP-50A 管（内径 52.9mm）
直管部長さ： ３８m、90 ° エルボー：10 個、水平設置
⑤ SGP-80A 管（内径 80.7mm）
直管部長さ： ３０m、90 ° エルボー：10 個、高低差4m設置配管

【例題Ｄ－４解答】

【1】全流量４４４[L/min]の場合
（1）単位キーをタッチ（必要に応じて）
温度、圧力、粘度、流量の単位をそれぞれ次のように設定する。
[℃]、[MPa]、[kg/m･h]、[L/min]

（2）設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
ゲージ圧力
＜設計条件＞
温度＝20[℃]

ゲージ圧力＝0.5[MPa]
体積流量＝444[L/min]

(3) 液体
「1. 水」選択

(4) 配管
「1. SGP」選択
「配管用炭素鋼鋼管 SGP 呼び径:A」で
呼びA寸法入力、TA＝50
管データ表示
呼び A＝50
呼び B＝ 2
外径＝60. 5[mm]
内径＝52. 9[mm]
肉厚＝ 3. 8[mm]
管長入力、L[m]＝38

(5) 諸損失
「1. 継手･弁類」選択
「2. 90°エルボ」選択
→ 弁継手相当長:Le[m]＝1. 6928

(6) 手計算全管長計算
50A、La1＝38＋1. 6928×10＝54. 9[m]

(7) 配管
管長以外は(4)と同じ。
管長入力、L[m]＝54. 9

(8) 圧力損失(50A)
「1. 平均流速」選択
→ 平均流速 u＝3. 3669[m/s]
体積実流量 QA＝443. 99[L/min]
管内径 d＝5. 29E-02[m]
レイノルズ数 Re=1. 7732E+05 →乱流
管摩擦係数 f＝5. 2438E-03

圧力損失:PD[MPa]＝0．12316
損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝1．2581E+01
管長:L[m]＝54．9
密度[kg/m3]＝998．2
粘度[kg/m･h]＝3．609

(9) 配管
「1. SGP」選択
「配管用炭素鋼鋼管 SGP 呼び径:A」で
呼びA寸法入力、TA＝80
管データ表示
呼び A＝80
呼び B＝ 3
外径＝89．1[mm]
内径＝80．7[mm]
肉厚＝ 4．2[mm]
管長入力、L[m]＝30

(10) 諸損失
「1. 継手･弁類」選択
「2. 90°エルボ」選択
→ 弁継手相当長:Le[m]＝2．5824
「10. ゲート弁」選択
→ 弁継手相当長:Le[m]＝0．5649

(11) 手計算で全管長計算
80A、La1＝30＋2．5824×10＋0．5649＝56．4[m]

(12) 配管
管長以外は(4)と同じ。
管長入力、L[m]＝56．4

(13) 圧力損失(80A)
「1. 平均流速」選択
→ 平均流速 u＝1．4467[m/s]
体積実流量 QA＝443．99[L/min]
管内径 d＝8．07E-02[m]
レイノルズ数 Re=1．1623E+05 →乱流

管摩擦係数 f＝5．1115E-03
圧力損失:PD[MPa]＝0．014927
損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝1．5249
管長:L[m]＝56．4
密度[kg/m3]＝998．2
粘度[kg/m･h]＝3．609

⑭ 諸損失
「3．縮小」選択･･･100A→80A の場合
上流側断面積入力:S1[cm2]＝87．0857
下流側断面積入力:S2[cm2]＝51．149
→ 抵抗係数:Ke＝0．16
→ 圧力損失:PD[MPa]＝1．675E-04
→ 損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝1．712E-02
「3．縮小」選択･･･80A→50A の場合
上流側断面積入力:S1[cm2]＝51．149
下流側断面積入力:S2[cm2]＝21．9787
→ 抵抗係数:Ke＝0．259
→ 圧力損失:PD[MPa]＝1．467E-03
→ 損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝1．499E-01

⑮ 手計算で高低差による損失頭
高低差4mなので損失頭は、
Ff＝4[kgf･m/kg]
水の密度は998．2[kg/m3]だから圧力損失は
PD＝4×998．2＝3992．8[kgf/m2]＝0．039156[MPa]

⑯ 全圧力損失（手計算）
全圧力損失＝50A 直管部＋80A 直管部＋100A－80A 急縮小
＋80A－50A 急縮小＋高低差
＝0.12316＋0.014927＋0.0001675＋0.001467＋0.039156
＝0.1789[MPa]
終端圧力＝入口圧力－全圧力損失＝0.6013－0.1789
＝0.4224[MPa.abs]＝0.3211[MPa]（ゲージ圧）

【2】全流量496[L/min]の場合
⑴ 設計条件入力
＜流量選択＞

体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
ゲージ圧力
＜設計条件＞
温度＝20[℃]
ゲージ圧力＝0.5[MPa]
体積流量＝496[L/min]

(2) 液体
「1. 水」選択

(3) 配管
「1. SGP」選択
「配管用炭素鋼鋼管 SGP 呼び径:A」で
呼びA寸法入力、TA＝50
管データ表示
呼び A＝50
呼び B＝ 2
外径＝60. 5[mm]
内径＝52. 9[mm]
肉厚＝ 3. 8[mm]
管長入力、L[m]＝38

(4) 諸損失
「1. 継手･弁類」選択
「2. 90°エルボ」選択
→ 弁継手相当長:Le[m]＝1. 6928

(5) 手計算全管長計算
50A、La1＝38＋1. 6928×10＝54. 9[m]

(6) 配管
管長以外は(4)と同じ。
管長入力、L[m]＝54. 9

(7) 圧力損失(50A)
「1. 平均流速」選択
→ 平均流速 u＝3. 7612[m/s]

体積実流量 QA＝４９５．９９[L/min]
管内径 d＝５．２９E-02[m]
レイノルズ数 Re=１．９８０８E+05 →乱流
管摩擦係数 f＝５．２０６２E-03
圧力損失:PD[MPa]＝０．１５２５９
損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝１．５５８８E+01
管長:L[m]＝５４．９
密度[kg/m3]＝９９８．２
粘度[kg/m･h]＝３．６０９

(8) 配管
「1. SGP」選択
「配管用炭素鋼鋼管 SGP 呼び径:A」で
呼びA寸法入力、TA＝８０
管データ表示
呼び A＝８０
呼び B＝ ３
外径＝８９．１[mm]
内径＝８０．７[mm]
肉厚＝ ４．２[mm]
管長入力、L[m]＝３０

(9) 諸損失
「1. 継手･弁類」選択
「2. 90°エルボ」選択
→ 弁継手相当長:Le[m]＝２．５８２４
「10. ゲート弁」選択
→ 弁継手相当長:Le[m]＝０．５６４９

(10) 手計算で全管長計算
８０A、La1＝３０＋２．５８２４×１０＋０．５６４９＝５６．４[m]

(11) 配管
管長以外は(4)と同じ。
管長入力、L[m]＝５６．４

(12) 圧力損失(８０A)
「1. 平均流速」選択

→ 平均流速 u＝1．6161[m/s]
体積実流量 QA＝495．99[L/min]
管内径 d＝8．07E-02[m]
レイノルズ数 Re=1．2985E+05 →乱流
管摩擦係数 f＝5．0505E-03
圧力損失:PD[MPa]＝0．018407
損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝1．8803
管長:L[m]＝56．4
密度[kg/m3]＝998．2
粘度[kg/m･h]＝3．609

⑬ 諸損失
「3．縮小」選択･･･100A→80A の場合
上流側断面積入力:S1[cm2]＝87．0857
下流側断面積入力:S2[cm2]＝51．149
→ 抵抗係数:Ke＝0．16
→ 圧力損失:PD[MPa]＝2．0908E-04
→ 損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝2．136E-02
「3．縮小」選択･･･80A→50A の場合
上流側断面積入力:S1[cm2]＝51．149
下流側断面積入力:S2[cm2]＝21．9787
→ 抵抗係数:Ke＝0．259
→ 圧力損失:PD[MPa]＝1．8312E-03
→ 損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝1．871E-01

⑭ 手計算で高低差による損失頭
高低差4mなので損失頭は、
Ff＝4[kgf･m/kg]
水の密度は998．2[kg/m3]だから圧力損失は
PD＝4×998．2＝3992．8[kgf/m2]＝0．039156[MPa]

⑮ 全圧力損失（手計算）
全圧力損失＝50A 直管部＋80A 直管部＋100A－80A 急縮小
＋80A－50A 急縮小＋高低差
＝0.15259＋0.018407＋0.0002091＋0.001831＋0.039156
＝0.2122[MPa]
終端圧力＝入口圧力－全圧力損失＝0.6013－0.2122
＝0.3891[MPa.abs]＝0.2878 [MPa]（ゲージ圧）

【3】全流量５６０[L/min]の場合
⑴ 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
ゲージ圧力
＜設計条件＞
温度＝20[℃]
ゲージ圧力＝0.5[MPa]
体積流量＝５６０[L/min]

⑵ 液体
「1. 水」選択

⑶ 配管
「1. SGP」選択
「配管用炭素鋼鋼管 SGP 呼び径:A」で
呼びA寸法入力、ＴＡ＝５０
管データ表示
呼び A＝５０
呼び B＝ ２
外径＝６０．５[mm]
内径＝５２．９[mm]
肉厚＝ ３．８[mm]
管長入力、L[m]＝３８

⑷ 諸損失
「1. 継手･弁類」選択
「2. 90°エルボ」選択
→ 弁継手相当長:Le[m]＝１．６９２８

⑸ 手計算全管長計算
５０A、La1＝３８＋１．６９２８×１０＝５４．９[m]

⑹ 配管
管長以外は⑷と同じ。
管長入力、L[m]＝５４．９

(7) 圧力損失(50A)
「1. 平均流速」選択
→ 平均流速 u＝4. 2465[m/s]
体積実流量 QA＝559. 99[L/min]
管内径 d＝5. 29E-02[m]
レイノルズ数 Re=2. 2364E+05 →乱流
管摩擦係数 f＝5. 1686E-03
圧力損失:PD[MPa]＝0. 19311
損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝1. 9727E+01
管長:L[m]＝54. 9
密度[kg/m3]＝998. 2
粘度[kg/m･h]＝3. 609

(8) 配管
「1. SGP」選択
「配管用炭素鋼鋼管 SGP 呼び径:A」で
呼びA寸法入力、TA＝80
管データ表示
呼び A＝80
呼び B＝ 3
外径＝89. 1[mm]
内径＝80. 7[mm]
肉厚＝ 4. 2[mm]
管長入力、L[m]＝30

(9) 諸損失
「1. 継手･弁類」選択
「2. 90°エルボ」選択
→ 弁継手相当長:Le[m]＝2. 5824
「10. ゲート弁」選択
→ 弁継手相当長:Le[m]＝0. 5649

(10) 手計算で全管長計算
80A、La1＝30＋2. 5824×10＋0. 5649＝56. 4[m]

(11) 配管
管長以外は(4)と同じ。

管長入力、L[m]＝５６．４

⑿ 圧力損失（８０A）
「１．平均流速」選択
→ 平均流速 u＝１．８２４７[m/s]
体積実流量 QA＝５５９．９９[L/min]
管内径 d＝８．０７E-02[m]
レイノルズ数 Re=１．４６６E+05 →乱流
管摩擦係数 f＝４．９８８５E-03
圧力損失：PD[MPa]＝０．０２３１７５
損失頭：Ff[kgf･m/kg]＝２．３６７５
管長：L[m]＝５６．４
密度[kg/m3]＝９９８．２
粘度[kg/m･h]＝３．６０９

⒀ 諸損失
「３．縮小」選択･･･１００A→８０A の場合
上流側断面積入力：S1[cm2]＝８７．０８５７
下流側断面積入力：S2[cm2]＝５１．１４９
→ 抵抗係数：Ke＝０．１６
→ 圧力損失：PD[MPa]＝２．６６５２E-04
→ 損失頭：Ff[kgf･m/kg]＝２．７２３E-02
「３．縮小」選択･･･８０A→５０A の場合
上流側断面積入力：S1[cm2]＝５１．１４９
下流側断面積入力：S2[cm2]＝２１．９７８７
→ 抵抗係数：Ke＝０．２５９
→ 圧力損失：PD[MPa]＝２．３３４３E-03
→ 損失頭：Ff[kgf･m/kg]＝２．３８４６E-01

⒁ 手計算で高低差による損失頭
高低差4mなので損失頭は、
Ff＝4[kgf･m/kg]
水の密度は９９８．２[kg/m3]だから圧力損失は
PD＝４×９９８．２＝３９９２．８[kgf/m2]＝０．０３９１５６[MPa]

⒂ 全圧力損失（手計算）
全圧力損失＝５０A 直管部＋８０A 直管部＋１００A－８０A 急縮小
＋８０A－５０A 急縮小＋高低差

＝0.19311＋0.023175＋0.0002665＋0.002334＋0.039156
＝0.2580[MPa]

終端圧力＝入口圧力－全圧力損失＝0.6013－0.258
＝0.3433[MPa.abs]＝0.242 [MPa]（ゲージ圧）

【計算結果のまとめ】

流量 [L/min]	管呼び径	管全長 [m]	直管部圧力損失 [MPa.abs]	全圧力損失 [MPa.abs]	終端圧力 [MPa]
444	50A	54.9	0.12316		
444	80A	56.4	0.01493	0.1789	0.3211
496	50A	54.9	0.15259		
496	80A	56.4	0.01841	0.2122	0.2878
560	50A	54.9	0.19311		
560	80A	56.4	0.023175	0.258	0.242

※終端圧力が高く流量が多い場合は元弁（ゲート弁）を絞る。

[E1] 気体（水蒸気）／内部データ･円筒管内の摩擦による圧力損失

『例題Ｅ－1』 次の条件で圧力損失計算
流体：飽和水蒸気
温度：200℃
圧力：15．85[kgf/cm2･A]
流量：5[t/h]＝5000[kg/h]
配管：圧力配管用炭素鋼鋼管（STPG38）100A、Sch40
直管全長Ｌ＝100[m]、水平設置
配管はトレースヒータで一定温度（200℃）に加熱保温されていて凝縮はないものとする。

【例題 Ｅ－1解答】

（1）単位キーをタッチ（必要に応じて）
温度、圧力、粘度、流量の単位をそれぞれ次のように設定する。
[℃]、[kgf/cm2]、[kg/m･h]、[kg/h]

（2）条件キーをタッチ（設計条件を入力する）
《流量選択》で、「質量流量」選択
《設計条件》Ｇで、
温度入力［℃］＝200
圧力入力[kgf/cm2]＝15．85
質量流量[kg/h]＝5000

（3）気体キーをタッチ
《気体[G]選択》画面で気体番号10（水蒸気）を選択
「1．飽和水蒸気」選択

☆飽和水蒸気圧が分らない時は、
[次]キーをタッチして、圧力損失メニュー[2]画面に移る。

（4）スチームキーをタッチ
《計算の選択》で「1．飽和水蒸気圧」を選択
飽和蒸気温度入力：Ts[℃]＝200
飽和水蒸気圧：Ps＝15．856[kgf/cm2]

(4) 密度キー (計算結果を確認する時、メニュー[2]画面)
《密度》画面で[1]内部気体を選択
〔内部気体密度〕 水蒸気
温度：T=200[℃]、 圧力：P=15.85[kgf/cm2]
10 D = 7.854[kg/m3]
気体定数 R0 = 0.0047[kgf/cm2･m3/kg･K]
0℃、1atm 気体密度[kg/m3] = 0.8036

(5) 粘度キー (計算結果を確認する時、メニュー[2]画面)
《粘度》 [kg/m･h] 圧力～1atm
内部気体…水蒸気 T=200[℃] V = 5.676E-02
・・・・・

(6) 配管キーをタッチ
「2. STPG・・」選択
「圧力配管用炭素鋼鋼管 STPG 呼び径：A」で
Sch (スケジュール) 番号入力 → 40
呼びA寸法入力、TA＝＜25＞？ → 100
管データ表示
呼び A＝100
呼び B＝ 4
外径＝114.3[mm]
内径＝102.3[mm]
肉厚＝ 6[mm]
Sch=40
「管長」入力、L[m]＝100

(7) 圧損キーをタッチ
「1. 平均流速」選択
平均流速 u＝2.1513E+01[m/s]
質量流量 W＝5.0000E+03[kg/h]
ノルマル流量 QN＝6.2220E+03[m3/h]
(※QN＝W／ρ_0＝5000/0.8036)
管内径 d＝1.0230E-01[m]
レイノルズ数 Re＝1.0962E+06→乱流
管摩擦係数 f＝4.2699E-03
圧力損失：PD[kgf/cm2]＝3.0945E-01

損失頭[kgf･m/kg]＝３．９３９８E+02
（比重量を使った場合の単位は[m]）
管長：L[m]＝１００
密度[kg/m3]＝7.854493824
粘度[kg/m･h]＝5.676808772E-02

☆配管出口での圧力は
１５．８５－０．３０９４＝１５．５４[kgf/cm2]
この時の飽和蒸気温度は

(8) スチームキーをタッチ
「2. 飽和水蒸気温度」を選択
飽和水蒸気圧入力：Ps[kgf/cm2]＝１５．５４
飽和蒸気温度：Ts＝１９９[℃]

配管入口で２００℃の飽和水蒸気が摩擦による圧力損失分で降下する温度は約1℃であることが分る。

[E2] 気体（水蒸気）／内部データ･円筒管内の摩擦による圧力損失

『例題Ｅ－2』 次の条件で圧力損失計算
流体：過熱水蒸気
温度：400℃
圧力：40[kgf/cm2･G]＝41．033[kgf/cm2･A]＝4．024[MPa]
流量：5[t/h]＝5000[kg/h]
配管：高温配管用炭素鋼鋼管 ＳＴＰＴ38
（継目なし管（シームレス管））、80A、Sch80
直管全長Ｌ＝200[m]、水平設置、配管は保温されている

【例題 Ｅ－2解答】

初めに、内圧の強度計算で配管の肉厚を計算するのであるが、
ここでは強度計算は省略して配管のスケジュール番号方式から
スケジュール番号を決定する。

Schedule No＝10×Ｐ／σａ

ここで、Ｐ ：設計圧力＝40[kgf/cm2･G]

σａ：設計温度での配管材料の許容引張応力
＝8．2[kgf/mm2]（at ～400℃）

＝10×40／8．2＝48．78

ここでは、配管が受ける他の応力を考慮してスケジュール番号を
Sch80と決める。

（1）単位キーをタッチ（必要に応じて）
＜単位変換＞（内部設定）画面で単位諸量選択
温度、圧力、粘度、流量の単位をそれぞれ次のように設定する。
[℃]、[kgf/cm2]、[kg/m･h]、[kg/h]

（2）条件キーをタッチ（設計条件を入力する）
《流量選択》で、「質量流量」選択
《設計条件》Ｇで、
温度入力［℃］＝400
圧力入力[kgf/cm2]＝41．033
質量流量[kg/h]＝5000

☆41．033[kgf/cm2･A]の時の飽和蒸気温度を求める
[次]キーをタッチして、圧力損失メニュー[2]画面に移る。

(3) スチームキーをタッチ
《計算の選択》で「2. 飽和水蒸気温度」を選択
飽和水蒸気圧入力：Ps[kgf/cm2]＝41．033
飽和蒸気温度：Ts＝250.7[℃]

(4) 気体キーをタッチ
《気体[G]選択》画面で気体番号10（水蒸気）を選択
「2. 過熱水蒸気」選択

(5) 密度キー（計算結果を確認する時、メニュー[2]画面）
《密度》画面で[1]内部気体を選択
〔内部気体密度〕 水蒸気
温度：T=400[℃]、 圧力：P=41.033[kgf/cm2]
1 D = 13.701[kg/m3]
圧縮係数 z = 1
気体定数 R0 = 0.0047[kgf/cm2･m3/kg･K]
0℃、1atm 気体密度[kg/m3] = 0.8036

(6) 粘度キー（計算結果を確認する時、メニュー[2]画面）
《粘度》 [kg/m･h] 圧力～1atm
内部気体…水蒸気 T=400[℃] V = 8.800E-02
・・・・・

☆STPT-Sch80 の場合、500AまではSTPGと配管寸法は同じである。

(7) 配管キーをタッチ
「2. STPG･･」選択
「圧力配管用炭素鋼鋼管 STPG 呼び径：A」で
Sch（スケジュール）番号入力 → 80
呼びA寸法入力、TA＝＜25＞？ 80
管データ表示
呼び A＝80
呼び B＝ 3
外径＝89．1[mm]
内径＝73．9[mm]

肉厚＝ 7．6[mm]
Ｓｃｈ=80
「管長」入力、L[m]＝２００

(7) 圧損キーをタッチ
「1．平均流速」選択
平均流速 u＝2．3633E+01[m/s]
質量流量 W＝5．0000E+03[kg/h]
ノルマル流量 QN＝6．2220E+03[m3/h]
(※ＱＮ＝Ｗ／ρ_0＝5000/0.8036)
管内径 d＝7．3900E-02[m]
レイノルズ数 Re＝9．7891E+05→乱流
管摩擦係数 f＝4．5754E-03
圧力損失:ＰＤ[kgf/cm2]＝1．9326E+00
損失頭[kgf･m/kg]＝1．4105E+03
(比重量を使った場合の単位は[m])
管長:L[m]＝２００
密度[kg/m3]＝13.70104969
粘度[kg/m･h]＝8.800165379E-02

[F1] 混合気体（2～5種）／円筒管内の摩擦による圧力損失

『例題Ｆ－1』　空気を混合ガスとして比較計算する。
成分数：2又は空気単独ガス
流体：酸素（O2）…21％（モル分率）
窒素（N2）…79％（モル分率）
温度：200℃
圧力：10[kgf/cm2･A]
流量：300[Nm3/h]
配管：SUS304TP、Sch10S、32A
直管全長Ｌ＝100[m]、水平設置
付属：なし

【例題Ｆ－1解答】

[1] 空気単独ガスの場合

(1) 単位キーをタッチ（必要に応じて）
＜単位変換＞（内部設定）画面で単位諸量選択
温度、圧力、粘度、流量の単位をそれぞれ次のように設定する。
[℃]、[kgf/cm2]、[kg/m･h]、[m3/h]

(2) 条件キーをタッチ（設計条件を入力する）
＜流量選択＞
体積流量　→ ノルマル流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝200[℃]
絶対圧力＝10[kgf/cm2]
体積流量＝300[Nm3/h]

(3) 気体キーをタッチ
「空気」を選択

(4) 密度キーをタッチ（計算結果を確認する時）

〔内部気体密度〕 空気
温度:T = 200 [°C]、 圧力:P = 10 [kgf/cm2]
1 D = 7.216 [kg/m3]
圧縮係数 z = 1
気体定数 R0=0.00292 [kgf/cm2･m3/kg･K]
0°C、1atm 気体密度[kg/Nm3] = 1.2928

(5) 粘度キーをタッチ (計算結果を確認する時)
《粘度》[kg/m･h] 圧力～1atm
内部気体…空気 T=200[°C] V＝9．344E-2

(6) 配管キーをタッチ
「3. SUSTP･･」選択
「配管用ステンレス鋼鋼管 SUSTP 呼び径:A」で
Sch (スケジュール) 番号入力 → 10
呼びA寸法入力、TA＝32
管データ表示
呼び A＝32
呼び B＝ 1-1/4
外径＝42．7[mm]
内径＝37．1[mm]
肉厚＝ 2．8[mm]
「管長」入力、L[m]＝100

(7) 圧損キーをタッチ
「1. 平均流速」選択
平均流速 u＝1．3809E+01[m/s] (=13.81)
体積実流量 QA＝5．3741E+01[m3/h]
ノルマル流量 QN＝3．0000E+02[m3/h]
管内径 d＝3．7100E-02[m]
レイノルズ数 Re＝1．4243E+05→乱流
管摩擦係数 f＝5．6765E-03
圧力損失 PD[kgf/cm2]＝4．2944E-01
損失頭 [kgf･m/kg]＝5．9505E+02
(比重量を使った場合の単位は[m])
管長:L[m]＝100
密度[kg/m3]＝7．216823206
粘度[kg/m･h]＝9．344802323E-02

［2］ 内部データを使った混合ガスの場合

内部データ／酸素（O2）…２１％（モル分率）
内部データ／窒素（N2）…７９％（モル分率）

（1）条件キーをタッチ（設計条件を入力する）
＜流量選択＞
体積流量 → ノルマル流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝200[℃]
絶対圧力＝10[kgf/cm2]
体積流量＝300[Nm3/h]

（2）混ガスキーをタッチ
「混合ガス成分数」入力、MGN(2-5) → 2
※成分数は2～5の範囲で入力する。
内部データ使用数 2
①「ガス成分 1/2」、内部データ使用
《気体[G]選択》（1成分目（2．酸素）を選択）
「成分のモル分率」入力、「Y% 1」 → 21
②「ガス成分 2/2」、内部データ使用
《気体[G]選択》（2成分目（3．窒素）を選択）
選択したガス成分とモル分率を表示してメニュー画面に戻る。

（3）圧損キーをタッチ
「1．平均流速」選択
平均流速 u＝1．3809E+01[m/s]（=13.81）
体積実流量 QA＝5．3741E+01[m3/h]
管内径 d＝3．7100E-02[m]
レイノルズ数 Re＝1．43352E+05→乱流
管摩擦係数 f＝5．6743E-03
圧力損失 PD[kgf/cm2]＝4．2775E-01
損失頭 [kgf･m/kg]＝5．9481E+02
管長：L[m]＝100
密度[kg/m3]＝7．191371128
粘度[kg/m･h]＝9．25213006E-02

［3］ 外部データと内部データを使った混合ガスの場合

外部データ／酸素（O2）…２１％（モル分率）
内部データ／窒素（N2）…７９％（モル分率）
酸素の分子量：M＝３２
酸素の臨界温度：Tc＝-１１８．８[℃]
酸素の臨界圧力：Pc＝５１．３５１４[kgf/cm2]
酸素ガスの粘度：μ＝0.105[kg/m･h]（at 200℃、1atm）

（1）混ガスキーをタッチ
「混合ガス成分数」入力、MGN(2-5) → ２
内部データ使用数 １
①「ガス成分 １/２」、内部データ使用
《気体[G]選択》（1成分目（３．窒素）を選択）
「成分のモル分率」入力、「Y% １」 → ７９
②「ガス成分 ２/２」、外部データ使用
成分ガスの名称入力 → XX
→ 成分のモル分率 Y% ２＝２１
〔気体密度データ〕の入力方法選択
「１．計算で求める」
「成分ノ分子量」入力、「MW １」 → ３２
〔圧縮係数データ〕の入力方法選択
「２．入力する」
「圧縮係数入力」＝１
「成分ノ粘度」入力、「VS[kg/m･h]」 ２」→ ０．１０５

（2）圧損キーをタッチ
「１．平均流速」選択
平均流速 u＝１．３７９６E+01[m/s]（=13.8）
体積実流量 QA＝５．３６９２E+01[m3/h]
管内径 d＝３．７１００E-02[m]
レイノルズ数 Re＝１．４３２１E+05→乱流
管摩擦係数 f＝５．６７４６E-03
圧力損失 PD[kgf/cm2]＝４．２７０１E-01
損失頭 [kgf･m/kg]＝５．９３７８E+02
管長：L[m]＝１００
密度[kg/m3]＝７．１９１３７１１２８
粘度[kg/m･h]＝９．２５２７６１２８E-02

[4] 外部データのみを使った混合ガスの場合

外部データ／酸素(O2)…21%(モル分率)
外部データ／窒素(N2)…79%(モル分率)
窒素の分子量:M＝28.01
窒素の臨界温度:Tc＝-147.1[℃]
窒素の臨界圧力:Pc＝34.6131[kgf/cm2]
窒素ガスの粘度:μ＝0.0893[kg/m･h](at 200℃、1atm)

(1)混ガスキーをタッチ
「混合ガス成分数」入力、MGN(2-5) → 2
内部データ使用数、0
①「ガス成分 1/2」、外部データ使用
成分ガスの名称入力 → XX
「成分のモル分率」入力、「Y% 1」 → 21
〔気体密度データ〕の入力方法選択
「1. 計算で求める」
「成分ノ分子量」入力、「MW 1」 → 32
〔圧縮係数データ〕の入力方法選択
「2. 入力する」
「圧縮係数入力」＝1
「成分ノ粘度」入力、「VS[kg/m･h]」 1」→ 0.105
②「ガス成分 2/2」、外部データの使用
成分ガスの名称入力 → YY
→ 成分のモル分率 Y% 2＝79
〔気体密度データ〕の入力方法選択
「1. 計算で求める」
「成分ノ分子量」入力、「MW 2」 →28.01
〔圧縮係数データ〕の入力方法選択
「2. 入力する」
「圧縮係数入力」＝1
「成分ノ粘度」入力、「VS[kg/m･h]」 2」→ 0.0893

(2)圧損キーをタッチ
「1. 平均流速」選択
平均流速 u＝1.3796E+01[m/s](=13.8)
体積実流量 QA＝5.3692E+01[m3/h]
管内径 d＝3.7100E-02[m]

レイノルズ数 Ｒｅ＝１．４３１３Ｅ+05→乱流
管摩擦係数 ｆ＝５．６７４８Ｅ-03
圧力損失 ＰＤ[kgf/cm2]＝４．２７０２Ｅ-01
損失頭 [kgf･m/kg]＝５．９３８０Ｅ+02
（比重量を使った場合の単位は[m]）
管長：Ｌ[m]＝１００
密度[kg/m3]＝７．１９１３７１１２８
粘度[kg/m･h]＝９．２５７６９Ｅ-02

[F2] 混合気体(2～5種)／内部データ･円筒管内の摩擦による圧力損失

『例題Ｆ－2』
成分数:3
流体:酸素(O2)…100[Nm3/h](5．78%)
窒素(N2)…1250[Nm3/h](72．25%)
過熱蒸気(H2O)…380[Nm3/h](21．97%)
温度:200℃
圧力:8．4332[kgf/cm2･A]＝8．162[atm]
流量:1730[Nm3/h]
配管:SUS304TP、Sch10S、65A
直管全長Ｌ＝10[m]、水平設置
付属:なし

【例題Ｆ－2解答】

(1)単位キーをタッチ(必要に応じて)
＜単位変換＞(内部設定)画面で単位諸量選択
温度、圧力、粘度、流量の単位をそれぞれ次のように設定する。
[℃]、[kgf/cm2]、[kg/m･h]、[m3/h]

(2)条件キーをタッチ(設計条件を入力する)
＜流量選択＞
体積流量 → ノルマル流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝200[℃]
絶対圧力＝8.4332[kgf/cm2]
体積流量＝300[Nm3/h]

(3)混ガスキーをタッチ
「混合ガス成分数」入力、MGN(2-5) → 3
内部データ使用数、3
①「ガス成分 1/3」、内部データ使用
《気体[G]選択》(1成分目(2．酸素)を選択)

「成分のモル分率」入力、「Y% 1」 → 5．78
②「ガス成分 2/3」、内部データ使用
《気体[G]選択》（2成分目（3．窒素）を選択）
「成分のモル分率」入力、「Y% 2」 → 72．25
③「ガス成分 3/3」、内部データ使用
《気体[G]選択》（3成分目（10．水蒸気）を選択）
「2．過熱水蒸気」選択
選択したガス成分とモル分率を表示してメニュー画面に戻る。

(4) 密度キー、粘度キーをタッチ（必要に応じて）
混合ガスの密度、粘度を確認する。

(5) 配管キーをタッチ
「3．SUSTP･･」選択
「配管用ステンレス鋼鋼管 SUSTP 呼び径:A」で
Sch（スケジュール）番号入力 → 10
呼びA寸法入力、TA＝＜25＞？ → 65
管データ表示
呼び A＝65
呼び B＝ 2-1/2
外径＝76．3[mm]
内径＝70．3[mm]
肉厚＝ 3[mm]
Sch=10
「管長」入力、L[m]＝10

(6) 圧損キーをタッチ
「1．平均流速」選択
平均流速 u＝2．6275E+01[m/s]（=26.28）
体積実流量 QA＝3．6715E+02[m3/h]
管内径 d＝7．0300E-02[m]
レイノルズ数 Re＝4．3541E+05→乱流
管摩擦係数 f＝4．7398E-03
圧力損失:PD[kgf/cm2]＝5．1979E-02
損失頭[kgf･m/kg]＝9．4930E+01
管長:L[m]＝10
密度[kg/m3]＝5.475552111（混合ガスの密度）
粘度[kg/m･h]＝8.362361401E-02（混合ガスの粘度）

『ガスデータまとめ』 200℃（=473.15K）、8.4332kgf/cm2･A（=ata）

	酸素（O2）	窒素（N2）	水蒸気（H2O）	混合ガス
流量[Nm3/h]	100	1250	380	1730
流量[kg/h]	142.895	1563.125	305.368	2011.388
モル分率[%]	5.78	72.25	21.97	100
分圧[ata]	0.4875	6.0934	1.8524	8.4332
分圧[atm]	0.471822	5.89744	1.79283	8.162
分子量	32	28.01	18.02	26.04
密度[kg/Nm3]	1.429	1.2505	0.8036	1.1627
密度[kg/m3]	0.3889	4.2547	0.8397	5.475
粘度[kg/m･h]	0.1050	0.0893	0.0582	0.08362
臨界温度[℃]	-118.8	-147.1	374.2	-30.93
臨界圧力[ata]	51.3514	34.6131	225.6568	77.55
圧縮係数				1

[Ｆ3] 混合気体／内部データ＋外部データ･円筒管内の圧力損失計算

『例題Ｆ－3』
成分数：3
流体：酸素（O2）…100[Nm3/h]（5．78％）　→ 外部データ
窒素（N2）…1250[Nm3/h]（72．25％）　→ 内部データ
過熱蒸気（H2O）…380[Nm3/h]（21．97％）　→ 外部データ
物性値：200℃での O2ガスと過熱水蒸気の物性値は、

	O2ガス	過熱水蒸気
分子量	32	18.02
臨界温度[℃]	-118.8	374.2
臨界圧力[kgf/cm2]	51.3514	225.657
粘度[kg/m･h]	0.105	0.0582

温度：200℃
圧力：8．4332[kgf/cm2･A]＝8．162[atm]
流量：1730[Nm3/h]
配管：SUS304TP、Sch10S、65A
直管全長Ｌ＝10[m]、水平設置
付属：なし

【例題Ｆ－3解答】

（1）単位キーをタッチ（必要に応じて）

（2）条件キーをタッチ（設計条件を入力する）
＜流量選択＞
体積流量　→ ノルマル流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝200[℃]
絶対圧力＝8.4332[kgf/cm2]
体積流量＝1730[Nm3/h]

（3）混ガスキーをタッチ
「混合ガス成分数」入力、MGN(2-5) → 3

内部データ使用数、1
①「ガス成分 1/3」、内部データ使用
《気体[G]選択》（1成分目（3. 窒素）を選択）
「成分のモル分率」入力、「Y% 1」 → 72. 25
②「ガス成分 2/3」、外部データ使用
成分ガスの名称入力 → O2
「成分のモル分率」入力、「Y% 2」 → 5. 78
〔気体密度データ〕の入力方法選択
「1. 計算で求める」
「成分ノ分子量」入力、「MW 2」 → 32
〔圧縮係数データ〕の入力方法選択
「1. 計算で求める」
「成分の臨界温度」「Tc[°C] 2」 → -118.8
「成分の臨界圧力」「Pc[kgf/cm2] 2」→51.3514
「成分ノ粘度」入力、「VS[kg/m･h]」 2」→ 0. 105
③「ガス成分 3/3」、外部データ使用

成分ガスの名称入力 → H2O、入力キー

「成分のモル分率」表示、Y% 3＝21. 97
「成分の分子量」「MW 3」 → 18. 02
「成分の臨界温度」「Tc[°C] 3」 → 374.2
「成分の臨界圧力」「Pc[kgf/cm2] 3」→ 225.657
「成分の粘度」入力、「VS[kg/m･h] 3」 → 0.0582

(4) 配管キーをタッチ
「3. SUSTP･･」選択
「配管用ステンレス鋼鋼管 SUSTP 呼び径:A」で
Sch（スケジュール）番号入力 → 10
呼びA寸法入力、TA＝＜25＞？ → 65
管データ表示
呼び A＝65
呼び B＝ 2-1/2
外径＝76. 3[mm]
内径＝70. 3[mm]
肉厚＝ 3[mm]
Sch=10
「管長」入力、L[m]＝10

(5) 圧損キーをタッチ

「1. 平均流速」選択

平均流速 u＝2．6275E+01[m/s] (=26.28)

体積実流量 QA＝3．6715E+02[m3/h]

管内径 d＝7．0300E-02[m]

レイノルズ数 Re＝4．3541E+05→乱流

管摩擦係数 f＝4．7398E-03

圧力損失:PD[kgf/cm2]＝5．1979E-02

損失頭[kgf･m/kg]＝9．4930E+01

(比重量を使った場合の単位は[m])

管長:L[m]＝10

密度[kg/m3]＝5.475552111 (混合ガスの密度)

粘度[kg/m･h]＝8.362361401E-02 (混合ガスの粘度)

［F４］混合気体／内部データ使用･円筒管内の摩擦による圧力損失

『例題Ｆ－４』
〔A〕混合ガスの成分入力から圧力損失計算
〔B〕物性値入力から圧力損失計算
成分数：５
流体：水素（H2）…10%
メタン（CH4）…60%
炭酸ガス（CO2）…15%
窒素（N2）…10%
プロパン（C3H8）…5%
温度：２０℃
圧力：0.5[MPa.abs]
流量：300[Nm3/h]
配管：SUS304TP、Sch10S、25A
直管全長Ｌ＝１０[m]、水平設置
付属：なし

【例題Ｆ－４解答】

〔A〕混合ガスの成分入力から圧力損失計算

⑴ 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → ノルマル流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝２０[℃]
絶対圧力＝0.5[MPa]
体積流量＝300[Nm3/h]

⑵ 混合ガスキーで成分ガスデータの入力
＜混合ガス成分数＞
MGN（2-5）＝5
内部データ使用数＝5

①「ガス成分 1/5」、内部データ使用
＜気体[G]選択＞画面、「4. 水素」を選択
＜成分のモル分率＞
Y% 1 : 04水素、 Y% 1＝10
②「ガス成分 2/5」、内部データ使用
＜気体[G]選択＞画面、「9. メタン」を選択
＜成分のモル分率＞
Y% 1 : 04水素
Y% 2 : 09メタン、 Y% 2=60
③「ガス成分 3/5」、内部データ使用
＜気体[G]選択＞画面、「8. 炭酸ガス」を選択
＜成分のモル分率＞
Y% 1 : 04水素
Y% 2 : 09メタン
Y% 3 : 08炭酸ガス、 Y% 3=15
④「ガス成分 4/5」、内部データ使用
＜気体[G]選択＞画面、「3. 窒素」を選択
＜成分のモル分率＞
Y% 1 : 04水素
Y% 2 : 09メタン
Y% 3 : 08炭酸ガス
Y% 4 : 03窒素、 Y% 4=10
⑤「ガス成分 5/5」、内部データ使用
＜気体[G]選択＞画面、「12. プロパン」を選択
＜成分のモル分率＞
Y% 1 : 10
Y% 2 : 60
Y% 3 : 15
Y% 4 : 10
Y% 5 : 5
→ 時間でメニュー画面に戻る。

(3) 密度キーで混合ガスの密度等を確認
混合ガスの平均密度：Dm＝4.396[kg/m3]
混合ガスの平均分子量：Mm＝21.43
混合ガスの平均臨界温度：Tcm＝-78.46[℃]
混合ガスの平均臨界圧力：Pcm＝4.57[MPa]

圧縮係数：zm＝1

(4) 粘度キーで混合ガスの粘度を確認
混合ガスの粘度：Vm＝1.238E-05[Pa･s]

(5) 配管キーで配管寸法を入力
＜配管用ステンレス鋼鋼管 SUSTP＞
スケジュール10S ･･･ Sch＝10
呼び径25A ･･･ TA＝25
→ 呼び A＝25、呼び B＝1
→ 外径＝34[mm]、内径＝28.4[mm]、肉厚＝2.8[mm]
管長：L[m]＝10

(6) 圧損キーで直管の圧力損失計算
＜計算選択＞
1. 平均流速
→ 平均流速…u＝28.61 [m/s]
体積流量…QA＝65.246[m3/h] (実流量)
管内径…d＝2.8400E-02[m]
レイノルズ数：Re＝2.8847E+05 → 乱流
管摩擦係数：f＝5.8296E-03
圧力損失：PD[MPa]＝1.4776E-02
損失頭：Ff[kgf･m/kg]＝3.4268E+02
管長：L[m]＝10
密度[kg/m3]＝4.3969
粘度[kg/m･h]＝4.4585E-02
※ [圧力損失]＝[密度]×[損失頭] (単位を揃える)

【参考】
(7) 手計算で混合ガスの密度計算
全圧：P＝0.5[MPa.abs]＝5.09858[kgf/cm2.abs]
混合ガスの平均分子量は、
Mm＝2.02×0.1＋16.04×0.6＋44.01×0.15＋28.01×0.1＋44.1×0.05
＝21.4335
混合ガスの密度は、
ρm＝Mm･P/(0.084782･(273.15＋t)･zm) [kg/m3]
ここで、t：温度[℃]
zm：混合ガスの圧縮係数、zm＝1とする。

ρｍ＝21.4335×5.09858/（0.084782×293.15×1）
＝4.3969[kg/m3]

0℃、1atm の混合ガスの密度は、

ρｍ0＝21.4335×1.03323/（0.084782×273.15×1）
＝0.9563[kg/m3]

各成分の密度を計算してまとめる。

計算は上式で、Mm に成分の分子量を、P に分圧を代入して求める。

成分	モル分率[%]	分子量	分圧[ata]	密度[kg/m3]
H2	10	2.02	0.509858	0.04144
CH4	60	16.04	3.05915	1.97429
CO2	15	44.01	0.764787	1.35425
N2	10	28.01	0.509858	0.5746
C3H8	5	44.10	0.254929	0.45234
合計	100		5.09858	4.39692

〔B〕物性値入力から圧力損失計算

(1) 設計条件入力

＜流量選択＞

体積流量 → ノルマル流量

＜圧力単位選択＞

絶対圧力

＜設計条件＞

温度＝20[℃]

絶対圧力＝0.5[MPa]

体積流量＝300[Nm3/h]

(2) 物性値キーで混合ガスの密度、粘度入力

＜流体選択＞入力 →「1. ガス」

＜気体密度データ＞入力 →「2. 入力する」

実流量での「密度入力」G [kg/m3. A]＝4.3969

ノルマル流量での「密度入力」G [kg/m3. N]＝0.9563

＜粘度入力＞ G [kg/m･h]（温度 20℃）＝0.044585

(3) 配管キーで配管寸法を入力

＜配管用ステンレス鋼鋼管 SUSTP＞

スケジュール１０S ･･･ Sch＝10
呼び径２５A ･･･ TA＝25
→ 呼び A＝２５、呼び B＝１
→ 外径＝３４[mm]、内径＝28.4[mm]、肉厚＝2.8[mm]
管長：L[m]＝10

(4) 圧損キーで直管の圧力損失計算
＜計算選択＞
1. 平均流速
→ 平均流速…u＝28.61 [m/s]
体積実流量…QA＝65.246[m3/h]
ノルマル流量…QN＝300[m3/h]
管内径…d＝2.8400E-02[m]
レイノルズ数：Re＝2.8847E+05 → 乱流
管摩擦係数：f＝5.8296E-03
圧力損失：PD[MPa]＝1.4776E-02
損失頭：Ff[kgf･m/kg]＝3.4268E+02
管長：L[m]＝10
密度[kg/m3]＝4.3969
粘度[kg/m･h]＝0.044585

[G1] 気体／外部データ使用･円筒管内の摩擦による圧力損失計算

『例題Ｇ－１』
流体：アンモニアガス（ＮＨ３）、 分子量：１７．０３
温度：２０℃
圧力：３[kgf/cm2･G]＝４．０３３２[kgf/cm2･A]＝０．３９５５２[MPa.abs]
流量：８００[NL/min]＝４８[Nm3/h]
粘度：０．０１[cP](at 20℃)
配管：ステンレス鋼管（ＳＵＳ３０４）１５ＡＳch１０Ｓ
直管全長Ｌ＝５０[m]（管路諸損失の相当長を含める）、水平設置

【例題Ｇ－１解答】

（１）単位変換キー（必要に応じて）
例えば温度、圧力、粘度、流量の単位をそれぞれ
[℃]、[MPa]、[cP]、[L/min]に設定する。

（２）設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → ノルマル流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝２０[℃]
絶対圧力＝0.39552[MPa]
体積流量＝800[NL/min]

（３）物性値入力
《流体選択》で、「１．ガス」選択
密度データを「１．計算で求める」
分子量入力＝１７．０３
圧縮係数データを「２．入力する」
圧縮係数入力＝１ （低圧なので）
粘度入力Ｇ［cP］＝０．０１

（４）密度（計算結果を確認する時）

外部気体密度 D＝2．763[kg/m3]
圧縮係数 z＝1
気体定数 R0＝0．00048[MPa･m3/(kg･K)]
※0℃、1気圧の気体の密度[kg/m3](計算値)＝0．7598

(5) 粘度(計算結果を確認する時)
外部気体粘度 V＝0．01[cP]

(6) 配管
配管用管データ使用
SUSTP選択、TNO＝3
スケジュール番号入力、Sch＝10
呼び径A寸法入力、TA＝15
→ 呼びA＝15、呼びB＝1／2
→ OD(外径)＝21．7[mm]、ID(内径)＝17．5[mm]、t(肉厚)＝2．1[mm]
管長入力、L[m]＝50

(7) 圧力損失
「平均流速」選択
→ 平均流速 u＝1．524E01[m/s](=15.24)
体積実流量 QA＝2．1995E+02[L/min](=219.9)
ノルマル流量 QN＝8．000E+02(=800[NL/min])
管内径 d＝1．750E-02[m](=17.5[mm])
レイノルズ数 Re＝73708→乱流
管摩擦係数 f ＝6．8958E-03
圧力損失:PD[MPa]＝2．5295E-02
損失頭[kgf･m/kg]＝9．3335E+02
(比重量を使った場合の単位は[m])
密度[kg/m3]＝2．763559794
粘度[kg/m･h]＝0.036

[G2] 気体／外部データ使用･円筒管内の摩擦による圧力損失計算

『例題Ｇ－２』
流体：ネオンガス（Ｎｅ）、 分子量：２０．１８
臨界温度…Ｔｃ＝－２２８．７[℃]
臨界圧力…Ｐｃ＝２５．９[atm]＝２．６２４３[MPa.abs]
※ネオンガスの場合、Ｎｅｗｔｏｎの補正をして対臨界値を求める。
Ｔｃ'＝Ｔｃ＋８＝－２２０．７
Ｐｃ'＝Ｐｃ＋８＝２５．９＋８＝３３．９＝３．４３５[MPa.abs]
温度：１００℃
圧力：１２[MPa.abs]＝１２１．３３[kgf/cm2･G]＝１２２．３６[kgf/cm2･A]
流量：２０[Nm3/h]
粘度：０．０３７[cP](at 100℃)
配管：ステンレス管（ＳＵＳ３０４）、内径＝４[mm]、外径＝６[mm]
直管全長Ｌ＝１０[m]（管路諸損失の相当長を含める）、水平設置

【例題Ｇ－２解答】

（１）単位変換（必要に応じて）
例えば圧力、粘度、流量の単位をそれぞれ
[MPa]、[cP]、[m3/h]に設定する。

（２）設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → ノルマル流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝１００[℃]
絶対圧力＝１２[MPa]
体積流量＝２０[Nm3/h]

（３）物性値入力
《流体選択》で、「１．ガス」選択
密度データを「１．計算で求める」

分子量入力＝２０．１８
圧縮係数データを「1．計算で求める」
臨界温度入力〔℃〕＝－２２０．７
臨界圧力入力〔MPa〕＝３．４３５
粘度入力G〔cP〕＝０．０３７

(4) 密度(計算結果を確認する時)
外部気体密度 D＝７４．６６８[kg/m3]
圧縮係数 z＝１．０４５
気体定数 R0＝０．０００４１[(MPa)･m3/(kg･K)]
※0℃、1気圧の気体の密度[kg/m3](計算値)＝０．９００３５

(5) 粘度(計算結果を確認する時)
外部気体粘度･V＝０．０３７[cP]

(6) 配管
《管種類選択》画面で「1．円筒管」選択
《円筒管》画面で内径入力。内径 d[mm]＝４
粗管を選択 → ２
「管長」入力、L[m]＝１０

(7) 圧力損失
「平均流速」選択
→ 平均流速 u＝５．３３０E００[m/s] (=5.33)
体積実流量 QA＝２．４１１５E-01[m3/h] (=0.2411)
ノルマル流量 QN＝２．０００E+01 (=20[m3/h])
管内径 d＝４．０００E-03[m](=4.0[mm])
レイノルズ数 Re＝４３０３１ →乱流
管摩擦係数 f ＝１．０５２２E-02
圧力損失:PD[MPa]＝１．１１６E-01 (=0.1116)
損失頭[kgf･m/kg]＝１．５２４５E+02 (=152.4)
密度[kg/m3]＝74.66887953
粘度[kg/m･h]＝0.1332

【参考1】 圧力損失の計算結果をまとめて表示する(計算直後のみ有効)
(8) 再表示
＜直管の圧力損失＞
管内径:d[mm]＝４、 管長:L[m]＝１０

平均圧力:P[MPa]＝１２
温度:T[℃]＝１００
管の種類:円筒管
平均速度:u＝５．３３０７７６[m/s]
レイノルズ数:Re＝４３０３１．６８６
管摩擦係数:f＝１．０５２２４５E-02
圧力損失:PD＝１．１１６３６８E-01[MPa]
損失頭:HD＝１５２．４５６９[kgf･m/kg]

【参考２】 計算結果の圧力損失の単位を変更する (計算直後のみ有効)

(9) 単位変換
内部設定
”２．圧力”選択
”１３．kgf/cm2”選択

(10) 圧力損失
※圧損キーを押してから、メニューへ戻る「０００」を入力

(11) 再表示
※設計条件入力の平均圧力は単位変換されない数値を表示。
u＝５．３３０E００[m/s]
Re＝４．３０３E０４
f＝１．０５２E－０２
PD＝１．１３８３７８７[kgf/cm2]
HD＝１．５２４E０２[kgf･m/kg]

[G3] 気体／外部データ使用･円筒管内の摩擦による圧力損失計算

『例題Ｇ－３』 流量と流速から管内径を求める
流体：モノシラン（SiH4） 分子量：32．12
温度：20℃
圧力：10[atm]＝10．332[kgf/cm2･A]＝9．299[kgf/cm2･G]
＝1．01325[MPa.abs]
圧縮係数：z＝0．945(at 21.1℃,10atm)
流量：500[NL/min]＝30[Nm3/h]
流速：12[m/s]
粘度：0．01092[cP](at 25℃,1atm)
配管：ステンレス管（ＳＵＳ316、内面電解研磨）
直管全長Ｌ＝30[m]（管路諸損失の相当長を含める）、水平設置

【例題Ｇ－3解答】

（1）単位変換（必要に応じて）
圧力、粘度、流量の単位をそれぞれ
[MPa]、[cP]、[L/min]に設定する。

（2）設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → ノルマル流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝20[℃]
絶対圧力＝1．01325[MPa]
体積流量＝500[NL/min]

（3）物性値入力
《流体選択》で、「1．ガス」選択
密度データを「1．計算で求める」
分子量入力＝32．12
圧縮係数データを「2．入力する」

圧縮係数入力＝0．945
粘度入力G［cP］＝0．01092

(4) 密度（計算結果を確認する時）
外部気体密度 D＝14．13[kg/m3]
圧縮係数 z＝0．945
気体定数 R0＝0．00025[(MPa)･m3/(kg･K)]

(5) 粘度（計算結果を確認する時）
外部気体粘度 V＝0．01092[cP]

(6) 圧力損失
計算選択で、「2．円筒管内径」選択
平均流速入力 u[m/s]＝12
体積実流量 QA＝5．0709E+01[L/min](=50.7)
ノルマル流量 QN＝4．9999E+02(=500[NL/min])
管内径 d＝9．4694E-03[m](=9.469[mm])

☆管内径を10[mm]として圧力損失を計算する。
(7) 配管
《管種類選択》画面で「1．円筒管」選択
《円筒管》画面で内径入力。内径 d[mm]＝10
電解研磨管なので平滑管を選択 → 3
「管長」入力、L[m]＝10

(8) 圧力損失
「平均流速」選択
→ 平均流速 u＝1．076E+01[m/s](=10.76)
体積実流量 QA＝5．070E+01[L/min](=50.7)
ノルマル流量 QN＝4．9999E+02(=500[NL/min])
管内径 d＝1．0000E-02[m]
レイノルズ数 Re＝1.3924E+05→乱流
管摩擦係数 f ＝4．4355E-03
圧力損失：PD[MPa]＝1．4515E-02
損失頭[kgf･m/kg]＝1．0475E+02
密度[kg/m3]＝14.13012843
粘度[kg/m･h]＝0.039312

[G4] 気体／外部データ使用･円筒管内の摩擦による圧力損失計算

『例題Ｇ－４』 管内径と流速から流量を求める
流体:アルシン(AsH3)　分子量:77.95
温度:20℃
圧力:2[kgf/cm2･G]＝3.0332[kgf/cm2･A]＝0.29746[MPa.abs]
密度:3.480[kg/m3] (at 0℃、1 気圧)
　　9.52[kg/m3] (at 20℃、2kgf/cm2･G (計算値))
圧縮係数:z＝1とする
流速:10[m/s]
粘度:0.0162[cP](at 300K,1atm)
配管:ステンレス管(SUS316、内面電解研磨)、内径＝4[mm]
　　直管全長L＝20[m] (管路諸損失の相当長を含める)、水平設置

【例題Ｇ－４解答】

(1) 単位変換 (必要に応じて)
　圧力、粘度、流量の単位をそれぞれ
　[kgf/cm2]、[cP]、[L/min]に設定する。

(2) 設計条件入力
　＜流量選択＞
　　体積流量 → ノルマル流量
　＜圧力単位選択＞
　　絶対圧力
　＜設計条件＞
　　温度＝20[℃]
　　絶対圧力＝3.0332[kgf/cm2]
　　体積流量＝1[NL/min] (仮の値)

(3) 物性値入力
　《流体選択》で、「1. ガス」選択
　密度データを「2. 入力する」
　密度入力G[kg/m3A]＝9.52 (実際の流れの平均密度)
　密度入力G[kg/m3N]＝3.48 (0℃、1atm の密度)

粘度入力G［cP］＝0．0162

(4) 密度（計算結果を確認する時）
外部気体密度 D＝9．52[kg/m3]

(5) 粘度（計算結果を確認する時）
外部気体粘度 V＝0．0162[cP]

(6) 配管
《管種類選択》画面で「1．円筒管」選択
《円筒管》画面で内径入力。内径 d[mm]＝4
電解研磨管なので平滑管を選択 → 3
「管長」入力、L[m]＝20

(7) 圧力損失
計算選択で、「3．体積流量」選択
平均流速入力 u[m/s]＝10
管内径 d＝0．004[m] (=4[mm])
体積実流量 QA＝7．5398[L/min]
ノルマル流量 QN＝2．0626E+01 [L/min]

(8) 圧力損失
「平均流速」選択
→ 平均流速 u＝1．000E+01[m/s]
体積実流量 QA＝7．539[L/min]
ノルマル流量 QN＝2．0626E+01 [L/min]
管内径 d＝4．000E-03[m]
レイノルズ数 Re＝23506→乱流
管摩擦係数 f ＝6．4445E-03
圧力損失：PD[kgf/cm2]＝6．2561E-01
損失頭[kgf･m/kg]＝6．5715E+02
（比重量を使った場合の単位は[m]）
管長：L[m]＝20
密度[kg/m3]＝9.52
粘度[kg/m･h]＝0.05832
【注】 PD＝P1-P2＞0.1P1

※圧力損失は入口圧力（P1）の 1/10 より大きいので、

0．1P1（＝0．3033）＜圧力損失PD＜0．4P1（＝1．2133）
出入口圧力を算術平均して計算をやり直す。

☆本計算ではガス温度、圧縮係数は出入口で変化しないとしてガスの平均密度は管出入口の平均圧力から近似計算する。平均圧力は次の手順で仮定する。
①出口圧力（P2）を仮定する。 1回目の圧力損失計算結果から、
P2＝P1－PD＝3.0332-0.6256＝2.40754
②出入口圧力の算術平均を求める
P＝（P1＋P2）/2＝（3.0332＋2.40754）/＝2.72037
③物性値入力で密度を計算で求める。 圧縮係数はz＝1とする。
④1回目と同様に圧力損失を計算する。
PD＝0．57426[kgf/cm2]
⑤手順①から2回繰返す。
PD＝0．57849[kgf/cm2]
⑥出口圧力を仮定して、平均圧力を求める
P2＝3.0332-0.57849＝2.45471[kgf/cm2]
P＝（P1＋P2）／2＝2.7439 [kgf/cm2]

(9) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → ノルマル流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝20[℃]
絶対圧力＝2．7439[kgf/cm2]
体積流量＝1[NL/min]（仮の値）

(10) 物性値入力
《流体選択》で、「1．ガス」選択
密度データで、「1．計算で求める」選択
分子量入力＝77．95
圧縮係数データで、「2．入力する」選択
圧縮係数入力＝1
粘度入力G［cP］＝0．0162

(11) 密度（計算結果を確認する時）
外部気体密度 D＝8．605[kg/m3]

圧縮係数　z＝1
気体定数　R0＝0．00108[(kgf/cm2)･m3/(kg･K)]

⑿ 圧力損失
計算選択で、「3．体積流量」選択
平均流速入力　u[m/s]＝10
管内径　d＝0．004[m] (=4[mm])
体積実流量　QA＝7．5398[L/min]
ノルマル流量　QN＝1．8657E+01 [L/min]

⒀ 圧力損失
「平均流速」選択
→ 平均流速　u＝1．000E+01[m/s]
体積実流量　QA＝7．5398[L/min]
ノルマル流量　QN＝1．8657E+01 [L/min]
管内径　d＝4．000E-03[m]
レイノルズ数　Re＝21248→乱流
管摩擦係数　f　＝6．5880E-03
圧力損失：PD[kgf/cm2]＝5．7813E-01
損失頭[kgf･m/kg]＝6．7179E+02
（比重量を使った場合の単位は[m]）
管長：L[m]＝20
密度[kg/m3]＝8.60579
粘度[kg/m･h]＝0.05832
【注】 PD＝P1-P2＞0.1P1（無視）

★管出口圧力はP2＝P1－PD＝3.0332-0.57813＝2.45507[kgf/cm2]
これは最終的に仮定した値（2.4547）とほぼ等しい。
故に、流速10[m/s]での流量は18．65[NL/min]

[H1] 液体／外部データ使用･円筒管内の摩擦による圧力損失計算

『例題Ｈ－1』
流体：液体
温度：２０℃
圧力：１０[kgf/cm2]
流量：５０[L/min]
粘度：８００[cP]
密度：１２００[kg/m3]
配管：配管用炭素鋼鋼管（ＳＧＰ）４０Ａ
　　直管全長Ｌ＝４５[m]（水平部…３０[m]、垂直立上り部…１５[m]）
付属：９０° エルボー…5個、ゲート弁（全開）…2個

【例題Ｈ－1解答】

（1）単位変換（必要に応じて）
　圧力、粘度、流量の単位をそれぞれ
　[kgf/cm2]、[cP]、[L/min]に設定する。

（2）設計条件入力
　＜流量選択＞
　　体積流量 → 実流量
　＜圧力単位選択＞
　　絶対圧力
　＜設計条件＞
　　温度＝２０[℃]
　　絶対圧力＝１０[kgf/cm2]
　　体積実流量＝５０[L/min]

（3）物性値入力
　《流体選択》で、「2．液体」選択
　密度入力Ｌ[kg/m3]＝１２００
　粘度入力Ｌ[cP]＝８００

(4) 密度(入力データを確認する時)
外部液体密度 D＝1200[kg/m3]

(5) 粘度(入力データを確認する時)
外部液体粘度 V＝8.000E+02

(6) 配管
配管用管データ使用
SGP選択
呼びA寸法入力、TA＝40
→ 呼びA＝40、呼びB＝1-1/2
外径＝48.6[mm]、
内径＝41.6[mm]、
肉厚＝3.5[mm]
管長入力、L[m]＝45

(7) 管路諸損失
「1.継手･弁類」選択
「2.90エルボ」選択
→ 内径:D[mm]＝41.6、弁継手相当長:Le[m]＝1.3312
管路諸損失
「1.継手･弁類」選択
「10.ゲート弁”選択
→ 内径:D[mm]＝41.6、弁継手相当長:Le[m]＝0.2912

(8) 全直管長を手計算
付属物の直管相当長＝1.3312×5＋0.2912×2＝7.24[m]
相当長を含めた全直管長＝45＋7.24＝52.24[m]
手順(6)から管長の再入力
途中までは(6)と同じなので省略･･･
SGP選択で呼びA寸法入力、TA＝40
管長入力、L[m]＝52.24

(9) 圧力損失
「平均流速」選択
→ 平均流速 u＝6.1311E-01[m/s]
体積実流量 QA＝4.9999E+01[L/min]
管内径 d＝4.1600E-02[m]

レイノルズ数 Re＝３８．２→層流
管摩擦係数 ｆ ＝４．１８２０Ｅ-01
圧力損失:ＰＤ[kgf/cm2]＝４．８３１４
損失頭[kgf･m/kg]＝４．０２６２Ｅ+01
（比重量を使った場合の単位は[m]）
管長:Ｌ[m]＝５２．２４
密度[kg/m3]＝１２００
粘度[kg/m･h]＝２８８０

※ 損失頭＝圧力損失／密度 （単位を揃える事）
＝4.831×10000[kgf/m2]/1200[kg/m3]＝40.258[kgf･m/kg]
＝圧力損失／比重量
＝4.831×10000[kgf/m2]/1200[kgf/m3]＝40.258[m]

⑽ 再表示…計算結果をまとめて表示
【注】別のキーを押した後では数値が変ることがある。計算直後のみ有効。
ｕ:流速 Ｒｅ:レイノルズ数 ｆ:管摩擦係数 ＰＤ:圧力損失 ＨＤ:損失頭

⑾ 損失頭の合計を手計算
本カードでは摩擦損失の計算しか行いませんので、位置損失を加えた損失頭の合計は手計算で行います。液体の場合のポンプ選定にはこの合計損失頭と流量を決めなければなりません。
この例題の場合、１５mの位置変化だから損失頭の合計は
ＨＤ＝１５＋４０．２６＝５５．２６[m]
液の比重量を１２００[kgf/m3]として圧力損失を近似すると、
ＰＤ ５５．２６×１２００＝６６３１２[kgf/m2]
＝６６３１２／１０００＝６．６３１２[kgf/cm2]
この結果ポンプの吐出圧は大気圧分の圧力を考慮して、
６．６３１２＋１．０３３２＝７．６６４４[kgf/cm2･A]
＝６．６３１２[kgf/cm2･G]
ゲージ圧で６．６４[kgf/cm2･G]以上必要になる。
ここではポンプの吸入側については考えていない。

[H2] 液体／外部データ使用･円筒管内の摩擦による圧力損失計算

『例題Ｈ－2』 流速から管内径決定
流体：液体（B重油）
温度：5℃
圧力：10[kgf/cm2･G]＝11．0332[kgf/cm2･A]
流量：60[L/min]＝3．6[m3/h]
動粘度：300[cSt]＝1．08[m2/h]（at 5℃）とする
比重：0．93（at 5℃/4℃水）とする
配管：圧力配管用炭素鋼鋼管（ＳＴＰＧ38、継目なし管（シームレス管））
　　直管全長Ｌ＝150[m]（水平部…130[m]、垂直立上り部…20[m]）
付属：90°エルボ…10 個、180°ベンド…1 個、グローブ弁（玉形弁）…2 個

【例題Ｈ－2解答】

初めに、密度と粘度を手計算で求める。
ここで示した比重は5℃のＢ重油の密度と4℃の水の密度の比であるから、5℃のＢ重油の密度（ρ）は4℃の水の密度（999．97　1000[kg/m3]）が分っているから、
　　ρ＝0．93×1000＝930[kg/m3]
粘度は動粘度と密度の積だから、Ｂ重油の粘度（μ）は、
　　μ＝1．08×930＝1004．4[kg/m･h]

次に、内圧の強度計算で配管の肉厚を計算するのであるが、ここではその強度計算は省略して配管のスケジュール番号方式からスケジュール番号を決定する。
　　Schedule No＝10×Ｐ／σａ
　　ここで、Ｐ　：設計圧力＝10[kgf/cm2･G]
　　σａ：設計温度での配管材料の許容引張応力
　　＝9．5[kgf/mm2]（at -10℃～350℃）
　　＝10×10／9．5＝10．53
ここでは、配管が受ける色々な応力を考慮してスケジュール番号をＳch40とする。

(1) 単位変換（必要に応じて）
　例えば圧力、粘度、流量の単位をそれぞれ
　[kgf/cm2]、[kg/m･h]、[m3/h]に設定する。

(2) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝5[℃]
絶対圧力＝11．033[kgf/cm2]
体積実流量＝3．6[m3/h]

(3) 物性値入力
《流体選択》で、液体選択
密度入力L[kg/m3]＝930
粘度入力L[kg/m･h]＝1004．4

(4) 密度（入力データを確認する時）
「4．外部液体」選択
D＝930[kg/m3]

(5) 粘度（入力データを確認する時）
「外部液体粘度」、5℃
V＝1004．4[kg/m･h]

(6) 圧力損失
☆可燃性の液体なので、安全のため管壁と流体の摩擦で発生する静電気をできるだけ小さく抑える。ここでは流速を1[m/sec]以下として計算する。
計算選択で、「2．円筒管内径」選択
平均流速入力 u[m/s]＝1
→ 体積実流量 QA＝3．600E00[m3/h] (=3.6)
管内径 d＝3．5681E－02[m](=35.68[mm])
☆管内径が35．68[mm]以上で圧力損失が許容圧力損失以下となるように繰返し計算をして管寸法を決める。 許容圧力損失＝1．1[kgf/cm2]とする。
→ 32A－Sch40の場合、内径＝35．5[mm]
80A－Sch40の場合、内径＝78．1[mm] ･･･ ＜決定＞

(7) 配管
配管用管データ使用
STPG選択

Ｓｃｈ番号を選択、Ｓｃｈ＝４０
呼びＡ寸法入力、ＴＡ＝８０
→ 呼びＡ＝８０、呼びＢ＝３
外径＝８９．１[mm]、
内径＝７８．１[mm]、
肉厚＝５．５[mm]
管長入力、Ｌ[m]＝１５０

(8) 管路諸損失
「1. 継手･弁類」選択
「2. 90°エルボ」選択
→ 内径:Ｄ[mm]＝７８．１、弁継手相当長:Ｌｅ[m]＝２．４９９２
管路諸損失キー
「1. 継手･弁類」選択
「6. 180°ベンド」選択
→ 内径:Ｄ[mm]＝７８．１、弁継手相当長:Ｌｅ[m]＝５．８５７５
管路諸損失キー
「1. 継手･弁類」選択
「9. 玉形弁(グローブ弁)」選択
→ 内径:Ｄ[mm]＝７８．１、弁相当長:Ｌｅ[m]＝２３．４３

(9) 全直管長を手計算
付属物の直管相当長＝２．４９９２×１０＋５．８５７５×１＋２３．４３×２＝７７．７１[m]
相当長を含めた全直管長＝１５０＋７７．７１　２２８[m]
手順(7)から管長の再入力
途中までのキー操作手順は省略･･･
”管長”入力、Ｌ[m]＝２２８

(10) 圧力損失
「1. 平均流速」選択
→ 平均流速 ｕ＝２．０８７４Ｅ-01[m/s] (=0.2087)
体積実流量 ＱＡ＝３．６００Ｅ００[m3/h]
管内径 ｄ＝７．８１０Ｅ-02[m] (=78.1[mm])
レイノルズ数 Ｒｅ＝５４．３→層流
管摩擦係数 ｆ＝２．９４４２Ｅ-01(=0.2944)
圧力損失:ＰＤ[kgf/cm2]＝７．１０３５Ｅ-01 (=0.7103)
損失頭[kgf･m/kg]＝７．６３８２
(比重量を使った場合の損失頭の単位は[m])

管長:L[m]＝２２８
密度[kg/m3]＝９３０
粘度[kg/m･h]＝１００４．４
※ 損失頭＝圧力損失／密度 (単位を揃える事)
＝圧力損失／比重量

(11) 損失頭の合計を手計算

本カードでは摩擦損失の計算しか行いませんので、位置損失を加えた損失頭の合計は手計算で行います。液体の場合のポンプ選定にはこの合計損失頭と流量を決めなければなりません。

この例題の場合、２０mの位置変化だから損失頭の合計は

HD＝２０＋７．６３８　２７．６４[m]

B重油の比重量を９３０[kgf/m3]として圧力損失を近似すると、

PD＝２７．６４×９３０＝２５７０５[kgf/m2]
＝２．５７[kgf/cm2]

この結果ポンプの吐出圧は大気圧分の圧力を考慮して、

２．５７＋１．０３３＝３．６[kgf/cm2･A]＝２．５７[kgf/cm2･G]

ゲージ圧で２．５７[kgf/cm2･G]以上必要になる。

ここではポンプの吸入側については考えていない。

[H3] 液体／外部データ使用･円筒管内の摩擦による圧力損失計算

『例題Ｈ－３』 圧力損失計算
流体:グリセリン
温度:２０℃
圧力:2[kgf/cm2･G]＝３．０３３２[kgf/cm2･A]
流量:５０[kg/h]
粘度:１４９１[cP]
密度:１２６４[kg/m3]
配管:ガラス管、内径＝１０[mm]、直管全長Ｌ＝１[m]、水平設置

【例題Ｈ－３解答】

(1) 単位変換 (必要に応じて)
圧力、粘度、流量の単位をそれぞれ
[kgf/cm2]、[cP]、[kg/h]に設定する。

(2) 設計条件入力
＜流量選択＞
質量流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝２０[℃]
絶対圧力＝３．０３３２[kgf/cm2]
質量流量＝５０[kg/h]

(3) 物性値入力
《流体選択》で、液体選択
密度入力Ｌ[kg/m3]＝１２６４
粘度入力Ｌ[cP]＝１４９１

(4) 密度 (入力データを確認する時)
「４．外部液体」選択
Ｄ＝１２６４[kg/m3]

(5) 粘度 (入力データを確認する時)
「外部液体粘度」、20℃
V＝1491[cP]

(6) 配管
《管種類選択》「1. 円筒管」選択
《円筒管》内径入力 d [mm] ＝10
「3. 平滑管」選択
管長入力、L [m] ＝1

(7) 圧力損失
「1. 平均流速」選択
→ 平均流速 u＝1. 1399E-01[m/s]
質量流量 W＝50[m3/h]
管内径 d＝1. 0000E-02[m]
レイノルズ数 Re＝1. 10→層流
管摩擦係数 f＝1. 3490E+01
圧力損失:PD[kgf/cm2]＝6. 8067E-01
損失頭[kgf･m/kg]＝5. 385
(比重量を使った場合の損失頭の単位は[m])
管長:L[m]＝1
密度[kg/m3]＝1264
粘度[kg/m･h]＝5367. 6

※ 損失頭＝圧力損失／密度 (単位を揃える事)
＝圧力損失／比重量

[H4] 液体／外部データ使用･円筒管内の摩擦による圧力損失計算

『例題H－4』 圧力損失計算
流体:四塩化ケイ素
温度:20℃
圧力:0．1[MPa](ゲージ圧力)
流量:3[L/min]
粘度:0．472[cP](at 25℃)
密度:1480[kg/m3](at 20℃)
配管:SUS316TP(電解研磨管)、内径＝10[mm]、直管全長L＝50[m]、水平設置

【例題H－4解答】

(1) 単位変換(必要に応じて)
温度、圧力、粘度、流量の単位をそれぞれ
[℃]、[MPa]、[cP]、[L/min]に設定する。

(2) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
ゲージ圧力
＜設計条件＞
温度＝20[℃]
ゲージ圧力＝0．1[MPa]
体積実流量＝3[L/min]

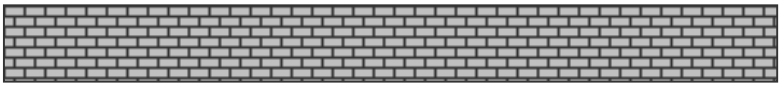
(3) 物性値入力
《流体選択》で、液体選択
密度入力L[kg/m3]＝1480
粘度入力L[cP]＝0．472

(4) 配管
《管種類選択》「1．円筒管」選択

《円筒管》内径入力 d［mm］＝１０
「３．平滑管」選択
管長入力、L［m］＝５０

⑸ 圧力損失
「１．平均流速」選択
→ 平均流速 u＝０．６３６６２[m/s]
体積実流量 QA＝３．０００[L/min]
管内径 d＝１．０００E-02[m]
レイノルズ数 Re＝１９９６１→乱流
管摩擦係数 f＝６．５６１２E-03
圧力損失：PD[MPa]＝０．０３９３５５
損失頭[kgf･m/kg]＝２．７１１６
（比重量を使った場合の損失頭の単位は[m]）
管長：L[m]＝５０
密度[kg/m3]＝１４８０
粘度[kg/m･h]＝１．６９９２

円形断面以外の管の摩擦による圧力損失
例解操作



［I1］ 気体/内部データ使用／長方形ダクト

［I2］ 気体/内部データ使用／長方形ダクト

［I3］ 気体/内部データ使用／長方形ダクト

［I4］ 気体/内部データ使用／長方形ダクト

［J1］ 液体/内部データ使用／正方形管

［J2］ 液体/内部データ使用／同心二重管環状部

[I1] 気体／内部データ使用･円形断面以外の管の圧力損失計算

『例題Ⅰ－1』 長方形ダクトの摩擦による圧力損失
流体:空気
温度:２０℃
圧力:1[atm]＝１．０３３２[kgf/cm2･A]
風量:２２[m3/min]＝１３２０[m3/h] ･送風機(静圧７００[mmAq])でクリーンルーム内の空気を吸込み大気中へ放出
配管:長方形ダクトa８５０×b２８５、ダクト直管部全長Ｌ＝１２０[m]
ダクト内部には半導体用ガス管(φ９．５３)が１５種類程配管されているが、本計算では無視する。又、実際のダクトの断面の縦横比は1／3より小さく(b＝１３０)、９０°曲りもあるが本カードではそこまで対応できないので、直管ダクトで縦横比が1／3以上としてある。また、ダクトは寒冷対策として保温されている。

【例題Ⅰ－1解答】

(1) 単位変換(必要に応じて)
例えば温度、圧力、粘度、流量の単位をそれぞれ[℃]、[kgf/cm2]、[kg/m･h]、[m3/h]に設定する。

(2) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝２０[℃]
絶対圧力＝１．０３３２[kgf/cm2]
体積実流量＝１３２０[m3/h]

(3) 気体
「1．空気」選択

(4) 密度(計算結果を確認する時)

内部気体密度 1D＝1．203[kg/m3]
圧縮係数 z＝1
気体定数 R0＝ O．00292[(kgf/cm2)･m3/(kg･K)]
空気 0℃、1atm 気体密度[kg/m3]＝1．2928

(5) 粘度 (計算結果を確認する時)
内部気体粘度 V＝6．529E-02[kg/m･h]

(6) 配管
《管種類選択》「3．長方形管」選択
《長方形管》入力
長辺：a [mm] ＝850
短辺：b [mm] ＝285
→ 相当径：DH[mm]＝426．872

※【参考】動水半径：m＝管路断面積/浸辺長
相当直径：DH＝4m
長方形管の場合、
m＝a･b/(2a＋2b)
DH＝2ab/(a＋b)

管長入力、L [m] ＝120

(7) 圧力損失
「1．平均流速」選択
→ 平均流速 u＝1．5135E00[m/s] (=1.5135)
体積実流量 QA＝1．3200E+03[m3/h] (=1320)
ノルマル流量 QN＝1．2288E+03[m3/h] (=1228.8)
管断面積 S＝2．4225E-01[m2](=0.24225)
レイノルズ数：Re＝42874→乱流
管摩擦係数 f＝5．4143E-03
圧力損失：PD[kgf/cm2]＝8．558E-05 (＝0．8558[mmAq])
損失頭[kgf･m/kg]＝7．111E-01
(比重量を使った場合の損失頭の単位は[m])
管長：L[m]＝120
密度[kg/m3]＝1．20348
粘度[kg/m･h]＝6．529E-02
※ 損失頭＝圧力損失／密度 (単位を揃える事)
＝圧力損失／比重量

[I2] 気体／内部データ使用･円形断面以外の管の圧力損失計算

『例題Ⅰ－2』 長方形ダクトの摩擦による圧力損失
流体:空気
温度:20℃
圧力:0．1[kgf/cm2･G]＝1．1332[kgf/cm2･A]＝0．11113[MPa]
流速:3[m/s]
配管:滑らかな長方形ダクト、長辺a＝450、短辺b＝300
ダクト直管部全長L＝1000[m]
付属:90° 矩形曲り部…10個、曲率半径R＝150[mm]

【例題Ⅰ－2解答】

〔参考〕ダクトの曲り損失は本カードでは計算できないので、相当長を手計算で求めてこれと直管部(L)を加えて直管相当で圧力損失を計算する。
a／b＝1．5、R／b＝0．5の場合、90° 矩形曲り部の相当長は
Le＝53DH
ここで、DH:相当直径

(1) 単位変換(必要に応じて)
例えば温度、圧力、粘度、流量の単位をそれぞれ
[℃]、[kgf/cm2]、[kg/m･h]、[m3/h]に設定する。

(2) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → ノルマル流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝20[℃]
絶対圧力＝1．1332[kgf/cm2]
体積実流量＝1[m3/h](仮の値)

(3) 気体
「1. 空気」選択

(4) 密度(計算結果を確認する時)
内部気体密度 1D＝1．319[kg/m3]
圧縮係数 z＝1
気体定数 R0＝ O．00292[(kgf/cm2)･m3/(kg･K)]
空気 0℃、1atm 気体密度[kg/m3]＝1．2928

(5) 粘度(計算結果を確認する時)
内部気体粘度 V＝6．529E-02[kg/m･h]

(6) 配管
《管種類選択》「3. 長方形管」選択
《長方形管》入力
長辺:a [mm] ＝450
短辺:b [mm] ＝300
→ 相当径:DH[mm]＝360
管長入力、L [m] ＝1000

(7) 手計算で90°矩形曲り部の相当長Leを計算する。
Le＝53×DH＝53×0．36＝19．08[m]
ダクトの相当長Leを加えた全直管長さは
L＝1000＋19．08×10＝1191[m]

(8) 配管
《管種類選択》「3. 長方形管」選択
《長方形管》入力
長辺:a [mm] ＝450
短辺:b [mm] ＝300
→ 相当径:DH[mm]＝360
管長入力、L [m] ＝1191

(9) 圧力損失
「3. 体積流量」選択
平均流速入力 u[m/s]＝3
管断面積 S＝0．135[m2]
体積実流量 QA＝1．458E+03[m3/h](=1458)

ノルマル流量 QN＝1．4886E+03(=1488．6[Nm3/h])

(10)圧力損失

「1．平均流速」選択

→ 平均流速 u＝3．0000E+00[m/s] (＝3)

体積実流量 QA＝1．4580E+03[m3/h] (＝1458)

ノルマル流量 QN＝1．4886E+03[m3/h] (＝1488.6)

管断面積 S＝1．3500E-01[m2] (＝0.135)

レイノルズ数:Re＝7．8602E+04→乱流

管摩擦係数 f＝4．7407E-03

圧力損失:PD[kgf/cm2]＝3．7999E-03 (＝37.999 [mmAq])

損失頭[kgf･m/kg]＝2．8788E+01

(比重量を使った場合の損失頭の単位は[m])

管長:L[m]＝1191

密度[kg/m3]＝1．31996

粘度[kg/m･h]＝6．529E-02

※ 損失頭＝圧力損失／密度 (単位を揃える事)

＝圧力損失／比重量

[I3] 気体／内部データ使用･円形断面以外の管の圧力損失計算

『例題Ⅰ－3』 長方形ダクトの摩擦による圧力損失
流体:空気
温度:20℃
圧力:0．05[kgf/cm2･G]＝1．0832[kgf/cm2･A]＝0．10623[MPa]
流量:30[Nm3/h]
配管:滑らかな長方形ダクト、長辺a＝450、短辺b＝300
ダクト直管部全長L＝1000[m]
付属:なし

【例題Ⅰ－3解答】

(1) 単位変換(必要に応じて)
例えば温度、圧力、粘度、流量の単位をそれぞれ
[℃]、[kgf/cm2]、[kg/m･h]、[m3/h]に設定する。

(2) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → ノルマル流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝20[℃]
絶対圧力＝1．0832[kgf/cm2]
体積実流量＝30[m3/h]

(3) 気体
「1．空気」選択

(4) 密度(計算結果を確認する時)
内部気体密度 1D＝1．261[kg/m3]
圧縮係数 z＝1
気体定数 R0＝ O．00292[(kgf/cm2)･m3/(kg･K)]

空気 0℃、1atm 気体密度[kg/m3]＝1．2928

(5) 粘度 (計算結果を確認する時)
内部気体粘度 V＝6．529E-02[kg/m･h]

(6) 配管
《管種類選択》「3．長方形管」選択
《長方形管》入力
長辺：a [mm] ＝450
短辺：b [mm] ＝300
→ 相当径：DH[mm]＝360
管長入力、L [m] ＝1000

(7) 圧力損失
「1．平均流速」選択
→ 平均流速 u＝6．3248E-02[m/s] (＝0.063248)
体積実流量 QA＝3．0738E+01[m3/h] (＝30.738)
ノルマル流量 QN＝3．0000E+01[m3/h] (＝30)
管断面積 S＝1．3500E-01[m2] (＝0.135)
レイノルズ数：Re＝1584→層流
管摩擦係数 f＝1．005E-02
圧力損失：PD[kgf/cm2]＝2．8738E-06 (＝0.028738 [mmAq])
損失頭[kgf･m/kg]＝2．2777E-02 (＝0.022777)
(比重量を使った場合の損失頭の単位は[m])
管長：L[m]＝1000
密度[kg/m3]＝1.2617
粘度[kg/m･h]＝6．529E-02
※ 損失頭＝圧力損失／密度 (単位を揃える事)
＝圧力損失／比重量

[I4] 気体／内部データ使用･円形断面以外の管の圧力損失計算

『例題Ⅰ－4』 長方形ダクトの摩擦による圧力損失
流体:空気
温度:２０℃
圧力:大気圧＝101.325[kPa.abs]
流量:0.45[m3/s] (at 20℃、1atm)
配管:滑らかな長方形ダクト、長辺a＝３００、短辺b＝１００
ダクト直管部全長L＝１００[m]
付属:なし

【例題Ⅰ－4解答】

(1) 単位変換 (必要に応じて)
例えば温度、圧力、粘度、流量の単位をそれぞれ
[℃]、[kPa]、[cP]、[m3/s]に設定する。

(2) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝２０[℃]
絶対圧力＝101.325[kPa]
体積実流量＝0.45[m3/s]

(3) 気体
「1. 空気」選択

(4) 密度 (計算結果を確認する時)
内部気体密度 １D＝１．２０３[kg/m3]
圧縮係数 z＝１
気体定数 R０＝ O．２８７２[kPa･m3/(kg･K)]

空気 0℃、1atm 気体密度[kg/m3]＝1．2928

(5) 粘度 (計算結果を確認する時)
内部気体粘度 V＝1．813E-02[cP]

(6) 配管
《管種類選択》「3．長方形管」選択
《長方形管》入力
長辺：a [mm] ＝300
短辺：b [mm] ＝100
→ 相当径：DH[mm]＝150
管長入力、L [m] ＝100

(7) 圧力損失
「1．平均流速」選択
→ 平均流速 u＝1．5000E+01[m/s] (＝15)
体積実流量 QA＝4．5000E-01[m3/s] (＝0.45)
ノルマル流量 QN＝4．1892E-01[m3/h] (＝0.41892)
管断面積 S＝3．0000E-02[m2] (＝0.03)
レイノルズ数：Re＝1．4930E+05→乱流
管摩擦係数 f＝4．1632E-03
圧力損失：PD[kPa]＝1．5031
損失頭[kgf･m/kg]＝1．2736E+02
管長：L[m]＝100
密度[kg/m3]＝1.2035
粘度[kg/m･h]＝6.529E-02

[J1] 液体／内部データ使用･円形断面以外の管の圧力損失計算

『例題 J－1』 正方形管内の摩擦による圧力損失
流体:水
温度:20℃
圧力:0．2[MPa](参考)＝0.301325 [MPa.abs]
流量:40[m3/h]
配管:滑らかな正方形管、一辺(内寸法) a＝200
直管部全長L＝200[m]、水平設置
付属:なし

【例題 J－1解答】

(1) 単位変換(必要に応じて)
例えば温度、圧力、粘度、流量の単位をそれぞれ
[℃]、[MPa]、[kg/m･h]、[m3/h]に設定する。

(2) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝20[℃]
絶対圧力＝0.301325[MPa]
体積実流量＝40[m3/h]

(3) 液体
「1．水」選択

(4) 密度(計算結果を確認する時)
内部液体密度 1D＝998．203[kg/m3]

(5) 粘度(計算結果を確認する時)
内部液体粘度 1V＝3．609[kg/m･h]

(6) 配管
《管種類選択》「2. 正方形管」選択
《正方形管》入力
一辺:a [mm] ＝200
→ 相当径:DH[mm]＝200
管長入力、L [m] ＝200

(7) 圧力損失
「1. 平均流速」選択
→ 平均流速 u＝2. 7777E-01[m/s]
体積実流量 QA＝4. 0000E+01[m3/h]
管断面積 S＝4. 0000E-02 [m2]
レイノルズ数:Re＝55309→乱流
管摩擦係数 f＝5. 339E-03
圧力損失:PD[MPa]＝8. 2244E-04
損失頭[kgf･m/kg]＝8. 4017E-02
管長:L[m]＝200
密度[kg/m3]＝998.2
粘度[kg/m･h]＝3.609

[J2] 液体／内部データ使用･円形断面以外の管の圧力損失計算

『例題 J－2』 同心二重管環状部の摩擦による圧力損失
流体:水
温度:20℃
圧力:3[kgf/cm2･G] (参考) ＝4．0332[kgf/cm2･A]
流速:1[m/s]
配管:滑らかな同心二重管環状部、直管、水平設置、管長L＝50[m]
外管内径Do＝50[mm]、内管外径Di＝25[mm]
付属:なし

【例題 J－2解答】

(1) 単位変換 (必要に応じて)
例えば温度、圧力、粘度、流量の単位をそれぞれ
[℃]、[kgf/cm2]、[kg/m･h]、[m3/h]に設定する。

(2) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝20[℃]
絶対圧力＝4．0332[kgf/cm2]
体積実流量＝1[m3/h] (仮の値)

(3) 液体
「1．水」選択

(4) 密度 (計算結果を確認する時)
内部液体密度 1D＝998．203[kg/m3]

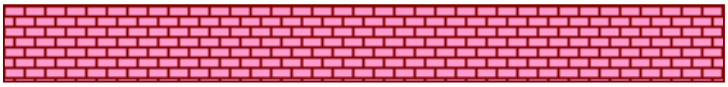
(5) 粘度 (計算結果を確認する時)
内部液体粘度･1V＝3．609[kg/m･h]

(6) 配管
《管種類選択》「4. 同心二重管」選択
《同心二重管》入力
外管内径:Do [mm] ＝50
内管外径:Di [mm] ＝25
→ 相当径:DH[mm]＝25
管長入力、L[m]＝50

(7) 圧力損失
「3. 体積流量」選択
平均流速入力 u[m/s]＝1
→ 管断面積 S＝1. 4726E-03[m2]
体積実流量 QA＝5. 3014[m3/h]

(8) 圧力損失
「1. 平均流速」選択
→ 平均流速 u＝1[m/s]
体積実流量 QA＝5. 3014[m3/h]
管断面積 S＝1. 4726E-03 [m2]
レイノルズ数:Re＝24889→乱流
管摩擦係数 f＝8. 6005E-03
圧力損失:PD[kgf/cm2]＝3. 5017E-01
損失頭[kgf･m/kg]＝3. 508
管長:L[m]＝50
密度[kg/m3]＝998.2
粘度[kg/m･h]＝3.609

低真空配管の圧力損失･例解操作



［K1］ 気体/内部データ使用

［K2］ 気体/内部データ使用

[K1] 気体／内部データ使用･低真空配管の圧力損失計算

『例題Ｋ－1』
流体:空気
温度:20℃
圧力:0．5[atm]（平均）＝380[Torr]＝50．663[kPa]
流量:10[Nm3/h]
配管:配管用ステンレス鋼鋼管（SUSTP）50A－Sch10S
直管全長Ｌ＝100[m]、水平設置

【例題Ｋ－1解答】

(1) 単位変換（必要に応じて）
例えば温度、圧力、粘度、流量の単位をそれぞれ
[℃]、[Torr]、[kg/m･h]、[m3/h]に設定する。

(2) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → ノルマル流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝20[℃]
絶対圧力＝380[Torr]
体積流量＝10[Nm3/h]

(3) 気体
「1．空気」選択

(4) 密度（計算結果を確認する時）
内部気体密度 1D＝0．601[kg/m3]
圧縮係数 z＝1
気体定数 R0＝2．15418[Torr･m3/kg･K]
0℃、1atm 気体密度[kg/m3]＝1．2928

(5) 粘度 (計算結果を確認する時)

内部気体粘度 V＝6．529E-02[kg/m･h]

(6) 配管

＜配管用管データ＞

「はい」 →「3．SUSTP」

配管用ステンレス鋼鋼管 SUSTP、呼び径:A とスケジュール番号入力

Sch＝10

呼び径:TA＝50

→ 呼び A＝50、呼び B＝2

外径＝60.5[mm]

内径＝54.9[mm]

肉厚＝2.8[mm]

管長入力、L[m]＝100

(7) 真空

＜気体データの入力＞

「1．内部データ」選択

＜真空配管の種類＞

「1．円筒管」選択

→ ガス:空気

分子１個の質量:m＝4．811E-23[g]

流量[Torr･l/s] Q＝1132．843

レイノルズ数 Re＝2295．7→層流

平均自由行程 Lm[cm]＝1．2989E-05

クヌデセン数:Kn＝2．3659E-06 → 粘性流

円筒管のコンダクタンス[L/s] C＝6228．25

圧力損失:PD[Torr]＝1．819E-01 (＝0．1819)

[K2]気体／内部データ使用･低真空配管の圧力損失計算

『例題K－2』
クリーンルーム内の空気を離れた場所で分析するため、この部屋と分析室をステンレス管で配管する。分析装置の手前に吸引エアーポンプを設置してサンプリングを行う時、配管の摩擦による圧力損失を調べて、適切な配管寸法を決める。
流体:空気
温度:20℃
サンプリングに必要な空気量:6～8[NL/min]
配管:ステンレス管寸法…外径 3/8“、内径 7.525mm
直管全長L＝160[m]、水平設置

＜エアーポンプの特性＞

吸引量[NL/min]	ポンプ入口の真空度[Torr]
10	760
8	680
6	584

【例題K－2解答】

※初めに手計算でポンプ特性から吸引量と真空度の関係を調べる。
ポンプ入口真空度y[Torr]と吸引量x[L/min]の10[L/min]及び8[L/min]の間を直線補間すると、
y＝40x＋360 ･･･ (a)
今、吸引量をx＝8．9[L/min]と仮定すると、(a)式より真空度は
y＝40×8．9＋360＝716[Torr]
この吸引ラインにおいて、サンプリング口(クリーンルーム)は大気圧であるから
P1＝760[Torr]
ポンプ入口の圧力 P2 は、
P2＝y＝716[Torr]
配管の圧力損失は、次の値に仮定したことになる。
P1-P2＝760－716＝44[Torr]
管内の平均圧力は、
Pa＝(P1＋P2)/2＝(760＋716)/2＝738[Torr]

(1) 単位変換 (必要に応じて)
　例えば温度、圧力、粘度、流量の単位をそれぞれ
　[°C]、[Torr]、[kg/m･h]、[L/min]に設定する。

(2) 設計条件入力
　＜流量選択＞
　　体積流量 → ノルマル流量
　＜圧力単位選択＞
　　絶対圧力
　＜設計条件＞
　　温度＝２０[°C]
　　絶対圧力＝７３８[Torr]
　　体積流量＝８．９[Nm3/h]

(3) 気体
　「１．空気」選択

(4) 密度 (計算結果を確認する時)
　内部気体密度 １D＝１．１６８[kg/m3]
　圧縮係数 ｚ＝１
　気体定数 R0＝２．１５４１８[Torr･m3/kg･K]
　0°C、1atm 気体密度[kg/m3]＝１．２９２８

(5) 粘度 (計算結果を確認する時)
　内部気体粘度 Ｖ＝６．５２９E-02[kg/m･h]

(6) 配管
　＜配管用管データ＞
　　「いいえ」 →「１．円筒管」選択
　＜円筒管＞寸法入力
　　内径 ｄ[mm]＝７．５２５
　　「２．粗管」選択
　　管長入力、L[m]＝１６０

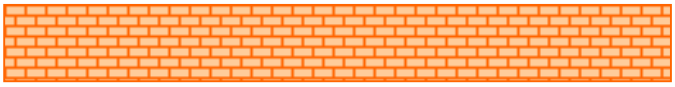
(7) 真空
　＜気体データの入力＞
　　「１．内部データ」選択
　＜真空配管の種類＞

「1. 円筒管」選択
→ ガス:空気
分子１個の質量:m＝4．811E-23[g]
流量[Torr･l/s] Q＝117．485
レイノルズ数 Re＝1737→層流
平均自由行程 Lm[cm]＝6．688E-06
クヌデセン数:Kn＝8．8878E-06 → 粘性流
円筒管のコンダクタンス[L/s] C＝2．6684
圧力損失:PD[Torr]＝44．03
※仮定した圧力損失は正しく、この配管寸法で規定の流量がサンプリングできる。

【別解】 流体工学の層流として、ハーゲン･ボアズイユの式から検討してみる。
(2)～(6)を再度実行する。

(8)圧力損失
「1. 平均流速」選択
→ 平均流速 u＝3．6895[m/s]
体積実流量 QA＝9．8452[L/min]
ノルマル流量 QN＝8．9[L/min]
管内径 d＝7．5250E-03 [m]
レイノルズ数:Re＝1789→乱流
管摩擦係数 f＝8．9432E-03
圧力損失:PD[Torr]＝4．5381E+01
損失頭[kgf･m/kg]＝5．2791E+02
管長:L[m]＝160
密度[kg/m3]＝1．1687
粘度[kg/m･h]＝6．529E-02
※真空工学で求めた値に約3%の違いでほぼ一致する。

管路諸損失･例解操作



［L1］ 継手、弁類の相当長

［L2］ 急拡大

［L3］ 緩やかな拡大

［L4］ 急縮小

［L5］ オリフィス流量計

［L6］ 曲管（滑らかな曲り）

［L7］ 曲管（角ばった曲り）

［L8］ 流出管

［L9］ コイル管（蛇管）

[L1] 管路諸損失／気体／継手、弁類の相当長

『例題 L－1』 次の条件で圧力損失計算
流体：空気
温度：20[℃]
圧力：1[MPa] (ゲージ圧)
流量：2000[Nm^3/h] (at 0℃、1atm)
配管：配管用炭素鋼鋼管 (SGP) 50A
直管全長L＝50[m]、水平設置
付属：90°エルボー…5個、グローブ弁…2個

【例題L－1解答】

(1) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → ノルマル流量
＜圧力単位選択＞
ゲージ圧力
＜設計条件＞
温度＝20[℃]
ゲージ圧力＝1[MPa]
体積流量＝2000[Nm3/h]
(絶対圧力[MPa]＝1.101325)

(2) 気体キーで内部データ選択
「空気」を選択

(3) 配管キーで配管寸法を入力
＜配管用管データ＞
使用…はいキー

「1. SGP」を選択 → TNO＝1、入力キー

「配管用炭素鋼鋼管 SGP」呼び A 選択 → TA＝＜50＞？ 50、入力キー

→ 呼び A＝50、呼び B＝2
外径＝68.5[mm]、内径＝52.9[mm]、肉厚＝3.8[mm]

＜管長＞入力
L[m]＝５０

(4) 圧損キーで直管の圧力損失計算
＜計算選択＞
1. 平均流速
→ 平均流速…u＝2.4527E+01[m/s] (＝24.5 [m/s])
体積流量…QA＝1.9406E+02＝194.06[m3/h] (実流量)
ノルマル流量…QN＝1.9999E+03＝2000[m3/h]
管内径…d＝5.29E-02[m]＝52.9[mm]
レイノルズ数:Re＝9.5315E+05 → 乱流
管摩擦係数:f＝4.9235E-03
圧力損失:PD[MPa]＝7.4599E-02 (＝0.0746)
損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝5.7096E+02
管長:L[m]＝50
密度[kg/m3]＝13.32307113
粘度[kg/m･h]＝6.529087476E-02
【参考】 [圧力損失]＝[密度]×[損失頭] (単位を揃える)

(5) 諸損キーで継手･弁類の相当長計算
＜管路諸損失＞
1. 継手･弁類
＜継手･弁類の相当長＞選択
2. 90°エルボ
→ 2 内径:D[mm]＝52.9
弁継手相当長:Le[m]＝1.6928
9. 玉形弁 (グローブ弁)
→ 9 内径:D[mm]＝52.9
弁継手相当長:Le[m]＝15.87

直管に相当長を加算 (手計算) して、合計管長で圧力損失を再計算します。
L=50＋1.6928×5＋15.87×2＝90.204[m]

(6) 配管キーで配管寸法を入力
＜配管用管データ＞
SGP、呼び A＝50
＜管長＞入力
L[m]＝90.204

(7) 圧損キーで直管の圧力損失計算

＜計算選択＞

1. 平均流速

→ 平均流速…u＝2.4527E+01[m/s] （＝24.5 [m/s] ）
体積流量…QA＝1.9406E+02＝194.06[m3/h] （実流量）
ノルマル流量…QN＝1.9999E+03＝2000[m3/h]
管内径…d＝5.29E-02[m]＝52.9[mm]
レイノルズ数：Re＝9.5315E+05 → 乱流
管摩擦係数：f＝4.9235E-03
圧力損失：PD[MPa]＝1.3458E-01 (＝0.13458)
損失頭：Ff[kgf･m/kg]＝1.0300E+03
管長：L[m]＝90.204
密度[kg/m3]＝13.32307113
粘度[kg/m･h]＝6.529087476E-02
【注】PD＝P1-P2>0.1P1

【注】PD＝P1-P2>0.1P1 が表示された時は、配管出入口での気体の密度変化が無視できないので出入口圧力の算術平均を設計条件の圧力として再計算します。

P1＝1.101325[MPa .abs] （絶対圧力）
P2＝P1－PD＝1.101325－0.13458＝0.966745[MPa .abs]
P＝ (P1＋P2) /2＝ (1.101325＋0.966745) /2＝1.034035[MPa .abs]

→ 平均流速…u＝26.166 [m/s]
体積流量…QA＝207.03[m3/h] （実流量）
ノルマル流量…QN＝1.9999E+03＝2000[m3/h]
管内径…d＝5.29E-02[m]＝52.9[mm]
レイノルズ数：Re＝9.5315E+05 → 乱流
管摩擦係数：f＝4.9235E-03
圧力損失：PD[MPa]＝0.14357
損失頭：Ff[kgf･m/kg]＝1172.2
管長：L[m]＝90.204
密度[kg/m3]＝12.48876935
粘度[kg/m･h]＝6.529087476E-02
【注】PD＝P1-P2>0.1P1

[L2] 管路諸損失／急拡大の摩擦による圧力損失計算

『例題 L－2』 急拡大の圧力損失計算
流体：水
温度：20[℃]
流量：13.8[m3/min]
配管：配管用炭素鋼鋼管（SGP）
上流側：300A（内径 304.7mm）、下流側：450A（内径 441.4）
上流側直管全長L＝10[m]、水平設置

【例題L－2解答】

(1) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝20[℃]
絶対圧力＝0.5[MPa]（本計算では関係しないので適当な値を入力）
体積流量＝13.8[m3/min]

(2) 液体キーで内部データ選択
「水」を選択

(3) 配管キーで配管寸法を入力
上流側配管寸法を決めます。
＜配管用管データ＞

使用…[はい]キー

「1. SGP」を選択 → TNO＝[1]、[入力]キー

「配管用炭素鋼鋼管 SGP」呼び A 選択 → TA＝＜50＞？ [300]、[入力]キー

→ 呼び A＝300、呼び B＝12
外径＝318.5[mm]、内径＝304.7[mm]、肉厚＝6.9[mm]

＜管長＞入力
L[m]＝10

(4) 圧損キーで直管の圧力損失計算
＜計算選択＞
1. 平均流速
→ 平均流速…u＝3.1542E+00[m/s] (＝3.15 [m/s])
体積流量…QA＝1.3800E+01＝13.8[m3/min] (実流量)
管内径…d＝3.0470E-01[m]＝304.7[mm]

→ はいキー

レイノルズ数:Re＝9.5684E+05 → 乱流
管摩擦係数:f＝3.5790E-03
圧力損失:PD[MPa]＝2.3330E-03 (＝0.002333)
損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝2.3833E-01
管長:L[m]＝10
密度[kg/m3]＝998.2035557
粘度[kg/m･h]＝3.609487424
【参考】 [圧力損失]＝[密度]×[損失頭] (単位を揃える)

(5) 諸損キーで急拡大の圧力損失計算
＜管路諸損失＞
2. 拡大
＜拡大抵抗係数＞選択
1. 急拡大
＜急拡大＞入力 (断面積は手計算)
上流側断面積:S1[cm2]＝729.18
下流側断面積:S2[cm2]＝1530.22
→ 抵抗係数:Ke＝0.273
上流側平均流速＝3.154[m/s]
下流側平均流速＝1.503[m/s]
圧力損失:PD[MPa]＝1.36E-03
損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝1.389E-01
密度[kg/m3]＝998.2
粘度[kg/m･h]＝3.6095

[L3] 管路諸損失／緩やかな拡大の摩擦による圧力損失計算

『例題 L－3』 緩やかな拡大の圧力損失計算
流体：水
温度：20[℃]
流量：13.8[m3/min]
配管：配管用炭素鋼鋼管（SGP）
上流側：300A（内径 304.7mm）、下流側：450A（内径 441.4mm）
上流側直管全長L＝10[m]、水平設置
拡がり角：60°

【例題L－3解答】

(1) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝20[℃]
絶対圧力＝0.5[MPa] （本計算では関係しないので適当な値を入力）
体積流量＝13.8[m3/min]

(2) 液体キーで内部データ選択
「水」を選択

(3) 配管キーで配管寸法を入力
上流側配管寸法を決めます。
＜配管用管データ＞
「1. SGP」を選択
「配管用炭素鋼鋼管 SGP」呼び A 選択 → TA＝＜50＞？ 300、入力キー
→ 呼び A＝300、呼び B＝12
外径＝318.5[mm]、内径＝304.7[mm]、肉厚＝6.9[mm]
＜管長＞入力
L[m]＝10

(4) 圧損キーで直管の圧力損失計算
＜計算選択＞
1. 平均流速
→ 平均流速…u＝3.1542E+00[m/s] (＝3.15 [m/s])
体積流量…QA＝1.3800E+01＝13.8[m3/min] (実流量)
管内径…d＝3.0470E-01[m]＝304.7[mm]
レイノルズ数:Re＝9.5684E+05 → 乱流
管摩擦係数:f＝3.5790E-03
圧力損失:PD[MPa]＝2.3330E-03 (＝0.002333)
損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝2.3833E-01
管長:L[m]＝10
密度[kg/m3]＝998.2035557
粘度[kg/m･h]＝3.609487424
【参考】 [圧力損失]＝[密度]×[損失頭] (単位を揃える)

(5) 諸損キーで急拡大の圧力損失計算
＜管路諸損失＞
2. 拡大
＜拡大抵抗係数＞選択
2. ゆるやかな拡大
＜ゆるやかな拡大＞入力 (断面積は手計算)
上流側断面積:S1[cm2]＝729.18
下流側断面積:S2[cm2]＝1530.22
→ 適用範囲:円形断面管
0≦θ≦20°
20＜θ＜180°、D2/D1＝1.5 (S2/S1＝2.25)
＜拡り角＞入力
θ[°]＝60
→ ξ＝1.186404459
抵抗係数:Ke＝0.325
上流側平均流速＝3.154[m/s]
下流側平均流速＝1.503[m/s]
圧力損失:PD[MPa]＝1.61439E-03
損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝1.64918E-01
密度[kg/m3]＝998.2
粘度[kg/m･h]＝3.6095

【参考】

θ[°]＝30 の場合
→ ξ＝0.7507
抵抗係数：Ke＝0.205
圧力損失：PD[MPa]＝1.0435E-03

θ[°]＝20 の場合
→ ξ＝0.4
抵抗係数：Ke＝0.109
圧力損失：PD[MPa]＝5.44297E-04

θ[°]＝90 の場合
→ ξ＝1.1535
抵抗係数：Ke＝0.316
圧力損失：PD[MPa]＝1.56964E-03

θ[°]＝180 の場合
→ ξ＝0.993196
抵抗係数：Ke＝0.272
圧力損失：PD[MPa]＝1.35148E-03

[L4] 管路諸損失／急縮小の摩擦による圧力損失計算

『例題 L－4』 急縮小の圧力損失計算
流体:水
温度:20[℃]
流量:13.8[m3/min]
配管:配管用炭素鋼鋼管(SGP)
上流側:450A(内径 441.4mm)、下流側:300A(内径 304.7mm)
下流側直管全長L＝10[m]、水平設置

【例題L－4解答】

(1) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝20[℃]
絶対圧力＝0.5[MPa] (本計算では関係しないので適当な値を入力)
体積流量＝13.8[m3/min]

(2) 液体キーで内部データ選択
「水」を選択

(3) 配管キーで配管寸法を入力
下流側配管寸法を決めます。
＜配管用管データ＞
「1. SGP」を選択

「配管用炭素鋼鋼管 SGP」呼び A 選択 → TA＝＜50＞？ 300、入力キー

→ 呼び A＝300、呼び B＝12
外径＝318.5[mm]、内径＝304.7[mm]、肉厚＝6.9[mm]
＜管長＞入力
L[m]＝10

(4) 圧損キーで直管の圧力損失計算
＜計算選択＞
1. 平均流速
→ 平均流速…u＝3.1542E+00[m/s] (＝3.15 [m/s])
体積流量…QA＝1.3800E+01＝13.8[m3/min] (実流量)
管内径…d＝3.0470E-01[m]＝304.7[mm]
レイノルズ数:Re＝9.5684E+05 → 乱流
管摩擦係数:f＝3.5790E-03
圧力損失:PD[MPa]＝2.3330E-03 (＝0.002333)
損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝2.3833E-01
管長:L[m]＝10
密度[kg/m3]＝998.2035557
粘度[kg/m･h]＝3.609487424
【参考】 [圧力損失]＝[密度]×[損失頭] (単位を揃える)

(5) 諸損キーで急縮小の圧力損失計算
＜管路諸損失＞
3. 縮小
＜縮小抵抗係数＞入力 (断面積は手計算)
上流側断面積:S1[cm2]＝1530.22
下流側断面積:S2[cm2]＝729.18
→ 抵抗係数:Ke＝0.231
下流側平均流速＝3.154[m/s]
上流側平均流速＝1.503[m/s]
圧力損失:PD[MPa]＝1.1509E-03
損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝1.1757E-01
密度[kg/m3]＝998.2
粘度[kg/m･h]＝3.6095

[L5] 管路諸損失／オリフィス板の圧力損失計算

『例題 L－5』 オリフィス流量計の圧力損失計算
流体：空気
温度：20[℃]
上流側圧力：P1=765[mmHg]
指示差圧：P1-P2=？
オリフィス板穴径：d=110[mm]
流量：Q=1000[Nm^3/h] (at 0℃、1atm)
配管：円筒管 (SUS304)、内径：D=200[mm]
直管全長L＝10[m]、水平設置

【例題L－5解答】

(1) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → ノルマル流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝20[℃]
絶対圧力＝765[Torr]
体積流量＝1000[Nm3/h]

(2) 気体キーで内部データ選択
「空気」を選択

(3) 配管キーで配管寸法を入力
＜管種類選択＞
1. 円筒管
＜内径＞入力
d[mm]＝200
＜管内壁のあらさ＞入力又は選択
2. 粗管
＜管長＞入力
L[m]＝10

(4) 圧損キーで直管の圧力損失計算
＜計算選択＞
1. 平均流速
→ 平均流速…u＝9.4358[m/s]
体積流量…QA＝1.0671E+03＝1067.1[m3/h] (実流量)
ノルマル流量…QN＝1.0000E+03＝1000[m3/h]
管内径…d＝2.0000E-01[m]＝200[m]

→ はいキー

レイノルズ数:Re＝1.2605E+05 → 乱流
管摩擦係数:f＝4.6418E-03
圧力損失:PD[Torr]＝3.7553E-01 (＝0.37553)
損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝4.2143E+00
密度[kg/m3]＝1.211431478
粘度[kg/m･h]＝6.529087476E-02
【参考】[圧力損失]＝[密度]×[損失頭] (単位を揃える)

(5) 諸損キーでオリフィス板の圧力損失を計算
圧力取出口の構造はコーナタップとする。
＜管路諸損失＞
4. オリフィス
＜オリフィス板穴径＞入力
d[mm]＝110
→ 絞り径比:B＝0.55 (B=d/D)
→ 開口比:m＝0.3025 (m=(d/D)^2)
＜流量係数＞入力
a＝0.6363
【参考】a=a0×rRe、rRe=(r0-1)(log(Re)/6)^2+1
B^4=0.0915、Re=126050 の時、a0=0.6363 (JIS の表から)
管内壁のあらさ:k=0.1 とする(SUS)と、D/k=200/0.1=2000
B^2=0.3025、表より r0=1.0、故に rRe=1.0、よって a=0.6363
＜気体の膨張補正係数＞入力
e＝1とする。 → 差圧比:SDP=6.737947496E-01
P1-P2=10.91823053[Torr]
圧力損失:PD[Torr]=7.356646406
損失頭:Ff[kgf･m/kg]=4.214372439
密度[kg/m3]=1.211431478

粘度[kg/m･h]=6.529087476E-02

【参考】

ｅを計算して再度圧力損失を計算してみる。

P1-P2=10.91823053[Torr]より、P2=P1-10.91823053=765-10.91823053=754.082

P2/P1=754.082/765=0.9857、B^4=0.0915、κ=1.40（空気の比熱比）、

e=1-（0.3707+0.3184B^4）［1-（P2/P1）^（1/4）］^0.935

=0.9979

「4．オリフィス」から再計算すると、

差圧比：SDP=6.737947496E-01

P1-P2=10.96423195[Torr]

圧力損失：PD[Torr]=7.387641926

損失頭：Ff[kgf･m/kg]=4.214372439

密度[kg/m3]=1.211431478

粘度[kg/m･h]=6.529087476E-02

[L6] 管路諸損失／曲管（滑らかな曲り）の圧力損失計算

『例題Ｌ－６』 曲管（滑らかな曲り）の圧力損失計算
流体：水
温度：２０[℃]
流量：Q=5.652[m^3/min]
配管：円筒管（SUS304）、内径：d=200[mm]
直管全長Ｌ＝１００[m]、水平設置
ベンダーで９０°に曲げる。
曲率半径は 0.2m、0.4m、0.5m、0.75m、1m、2m について計算する。

【例題Ｌ－６解答】

(1) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝２０[℃]
絶対圧力＝0.5[MPa] （本計算では関係しないので適当な値を入力）
体積流量＝5.652[m3/min]

(2) 液体キーで内部データ選択
「水」を選択

(3) 配管キーで配管寸法を入力
下流側配管寸法を決めます。
＜管種類選択＞
1. 円筒管、内径 d[mm]＝200
2. 粗管
＜管長＞入力
L[m]＝100

(4) 圧損キーで直管の圧力損失計算
＜計算選択＞

1. 平均流速

→ 平均流速…u＝2.9984[m/s]
体積流量…QA＝5.6519 (実流量)
管内径…d＝2.0000E-01[m]
レイノルズ数:Re＝5.9704E+05 → 乱流
管摩擦係数:f＝3.9156E-03
圧力損失:PD[MPa]＝3.5141E-02
損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝3.5899
管長:L[m]＝100
密度[kg/m3]＝998.2035557
粘度[kg/m･h]＝3.609487424
【参考】 [圧力損失]＝[密度]×[損失頭] (単位を揃える)

(5) 諸損キーで曲管 (ベンダ:滑らかな曲管) の圧力損失計算

曲率半径:r＝0.75m について計算します。
曲げ角が９０°なので、Lb は円周の 1/4
∴ Lb＝πr/2＝π×0.75/2＝1.1781 (手計算)

＜ベンダ:滑らかな曲管＞入力
曲管部の中心線での長さ:Lb[m]＝1.1781
曲り角:a[°]＝90
曲管中心線の曲率半径:r[m]＝0.75

→ 流れ方向変換による抵抗係数:Kz＝0.1325
管摩擦係数:f＝3.91564E-03
全抵抗係数:Kb＝0.224858
圧力損失:PD[MPa]＝1.009E-03
損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝0.1030769
密度[kg/m3]＝998.2035557
粘度[kg/m･h]＝3.609487424

＜計算結果をまとめ＞損失係数の最小が見られる。

r	0.2	0.4	0.5	0.75	1	2
r/D	1	2	2.5	3.75	5	10
Lb	0.3142	0.6283	0.7854	1.1781	1.5708	3.1416
Kz	0.2942	0.1454	0.1376	0.1325	0.1315	0.131
Kb	0.3188	0.1946	0.1991	0.2249	0.2546	0.3771
PD	1.431E-3	0.873E-3	0.893E-3	1.009E-3	1.142E-3	1.692E-3
Ff	0.1461	0.0892	0.0913	0.1031	0.1167	0.1729

[L7] 管路諸損失／曲管（角ばった曲り）の圧力損失計算

『例題Ｌ－7』 曲管（角ばった曲り）の圧力損失計算
流体：水
温度：20[℃]
平均流速：u=2[m/s]
配管：円筒管（SUS304）、内径：d=50[mm]
直管全長Ｌ＝10[m]、水平設置
30°の角度で溶接したエルボ。

【例題Ｌ－7解答】

(1) 配管キーで配管寸法を入力
＜配管用管データ＞
＜管種類選択＞
1. 円筒管、内径 d[mm]＝50
2. 粗管
＜管長＞入力
L[m]＝10

(2) 液体キーで内部データ選択
「水」を選択

(3) 圧損キーで体積流量を求める
＜計算選択＞
3. 体積流量
平均流速：u[m/s]＝2
→ 管内径：d＝5.0000E-02[m]
体積実流量：QA＝2.3561E-01[m3/min]

(4) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝20[℃]

絶対圧力＝0.5[MPa] （本計算では関係しないので適当な値を入力）
体積流量＝0.23562[m3/min]

(5) 圧損キーで直管の圧力損失計算
＜計算選択＞
1. 平均流速
→ 平均流速…u＝2[m/s]
体積実流量…QA＝0.23562[m3/min]
管内径…d＝5.0000E-02[m]
レイノルズ数：Re＝9.9558E+04 → 乱流
管摩擦係数：f＝5.5457E-03
圧力損失：PD[MPa]＝8.8573E-03
損失頭：Ff[kgf･m/kg]＝0.90482
管長：L[m]＝10
密度[kg/m3]＝998.2035557
粘度[kg/m･h]＝3.609487424
【参考】 [圧力損失]＝[密度]×[損失頭] （単位を揃える）

(6) 諸損キーで曲管（エルボ：角ばった曲管）の圧力損失計算
＜エルボ：角ばった曲管＞入力
曲り角：a[°]＝30
2. 粗管
→ 抵抗係数：Ke＝0.165
圧力損失：PD[MPa]＝3.2941E-04
損失頭：Ff[kgf･m/kg]＝0.03365
密度[kg/m3]＝998.2035557
粘度[kg/m･h]＝3.609487424

[L8] 管路諸損失／タンク流出管の圧力損失計算

『例題Ｌ－８』 タンク流出管の圧力損失計算
タンクの側面に配管を取り付け水を放出する。タンク内の水位は一定とし、
流出管端末には仕切弁がついている。
流体：水
温度：２０[℃]
水面高さ：5[m]（水面から流出管まで）
配管：炭素鋼鋼管、内径：ｄ＝25[mm]
仕切弁：1in 全開、抵抗係数：Kb＝0.233
流出管全長：Ｌ＝10[m]、水平設置
流出管取付方法ごとの圧力損失を計算する。

【例題Ｌ－８解答】
流出管内流速は手計算で求める。

(1) 流出管内平均流速
全損失頭＝管摩擦損失頭＋形状変化の諸損失頭＋出口の速度頭
Ht＝４ｆ･(L/d)･u2^2/2gc＋Σ(Kc)･u2^2/2gc＋u2^2/2gc [m]
＝u2^2/2gc･(４ｆ･(L/d)＋Σ(Kc)＋1)
ここで、u2：流出管内の平均流速[m/s]
gc：重力換算係数＝9.80665[kg･m/kgf･s2]
ｆ：管摩擦係数、ｆ＝5E-3 と仮定
Ｌ：流出管全長[m]＝10m
ｄ：流出管内径[m]＝0.025m
Kc：各配管要素の諸損失
流出管普通取付：Kc1＝0.5、仕切弁：Kc2＝0.233
∴ Kc＝Kc1＋Kc2＝0.733
Ht＝5m
流速についてまとめると、
u＝√(2gc･Ht/(４ｆ･(L/d)＋Σ(Kc)＋1)) [m/s]
＝3.1742[m/s]
流出量は、流出管断面積と流速の積だから、
Q＝(π/4) d^2･u [m3/s]
＝0.0935[m3/min]

(2) 設計条件入力

＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝２０[℃]
絶対圧力＝0.5[MPa]（本計算では関係しないので適当な値を入力）
体積流量＝0.0935[m3/min]

(3) 液体キーで内部データ選択
「水」を選択

(4) 配管キーで配管寸法を入力
＜配管用管データ＞
＜管種類選択＞
1. 円筒管、内径 d[mm]＝25
2. 粗管
＜管長＞入力
L[m]＝10

(5) 圧損キーで直管の圧力損失計算
＜計算選択＞
1. 平均流速
→ 平均流速…u＝3.1746[m/s]
レイノルズ数：Re＝79014 → 乱流
管摩擦係数：f＝6.3736E-03

(6) 手計算で平均流速と流量を求める
u＝2.867[m/s]
Q＝0.8444[m3/min]

(7) 設計条件入力
体積流量＝0.08444[m3/min]

(9) 圧損キーで直管の圧力損失計算
＜計算選択＞
1. 平均流速
→ 平均流速…u＝2.8669[m/s]

レイノルズ数:Re＝71358 → 乱流
管摩擦係数:f＝6.4224E-03
圧力損失:PD[MPa]＝4.2156E-02
損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝4.3065
密度[kg/m3]＝998.2
粘度[kg/m･h]＝3.6095

(10) 諸損キーでタンク流出管の圧力損失計算
＜管路諸損失＞選択
6. タンク流出管
＜管の取付位置＞選択
1. 普通取付
→ 抵抗係数:Ke＝0.5
圧力損失:PD[MPa]＝2.05122E-03
損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝0.2095
2. 管入口丸味(r小)
→ 抵抗係数:Ke＝0.25
圧力損失:PD[MPa]＝1.0256E-03
損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝0.1048
3. 管入口丸味(r大)
→ 抵抗係数:Ke＝0.06
圧力損失:PD[MPa]＝2.4615E-04
損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝0.02515
4. 容器内突出
→ 抵抗係数:Ke＝0.56
圧力損失:PD[MPa]＝2.297E-03
損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝0.2347
5. 管突出先端エッジ
→ 抵抗係数:Ke＝3
圧力損失:PD[MPa]＝1.231E-02
損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝1.257
6. 管斜取付
取付角:a[°]＝30
→ 抵抗係数:Ke＝0.909
圧力損失:PD[MPa]＝3.732E-03
損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝0.3813

[L9-1] 管路諸損失／液体／コイル管内の摩擦による圧力損失計算

『例題Ｌ－９－１』 コイル管（蛇管）
タンクコイル式熱交換器用冷却コイル
流体：水
温度：入口…１１[℃]、出口…１６[℃]、平均１３．５[℃]
圧力：４[kgf/cm２･G]＝５．０３３２[kgf/cm２･A]
流量：１０[L/min]＝0.6[m3/h]
配管：ステンレスパイプ（外径１２[mm]、内径１０[mm]）
　　コイル半径…０．２５[m]、１０巻、管全長Ｌ　１６[m]
付属：９０° ベンド（曲り角…９０°、中心線の曲率半径…５０[mm]）→5箇所

【例題Ｌ－９－１解答】

(1) 単位変換キー（必要に応じて）
　内部設定･いいえキー･使用する単位を選択する。
　例えば圧力、粘度、流量の単位をそれぞれ
　[kgf/cm２]、[kg/m･h]、[m３/h]に設定する。

(2) 設計条件入力キー
　流量選択で、”体積流量”選択
　体積流量選択で、”実流量”選択
　《設計条件》Ｌ
　温度入力［℃］＝１３.５
　圧力入力［kgf/cm２］＝５.０３３２
　（入力する数値は流体が液体なので適当な値でもよい）
　体積流量Ａ［m３/h］＝０.６

(3) 液体キー
　「１．水」を選択

(4) 密度キー（計算結果を確認する時）
　「内部液体密度」選択
　　温度：Ｔ＝13.5[℃]
　　１Ｄ＝999.305[kg/m３]

(5) 粘度キー (計算結果を確認する時)
＜粘度＞[kg/m･h]、圧力～1atm
内部液体…水 T=13.5[℃] V＝4.275E+00 (＝4.275[kg/m･h])

(6) 配管種類キー
配管用管データ不用
《管種類選択》
1. 円筒管
《円筒管》
内径 d [mm] ＝10
2. 粗管
管長 L [m] ＝16

※コイル管を直管として圧力損失を計算すると
(7) 圧力損失キー
計算選択で、「1. 平均流速」選択
平均流速 u＝2.1220E+00[m/s] (＝2.122[m/s])
体積実流量 QA＝6.0000E-01[m3/h] (＝0.6[m3/h])
管内径 d＝1.0000E-02[m] (＝0.01[m]＝10[mm])
レイノルズ数 Re＝17855→乱流
管摩擦係数 f＝8.7207E-03
圧力損失：PD[kgf/cm2]＝1.2805
損失頭[kgf･m/kg]＝12.814
(比重量を使った場合の単位は[m])
管長：L[m]＝16
密度[kg/m3]＝999.3051292
粘度[kg/m･h]＝4.27543

(8) 管路諸損失キー
＜管路諸損失＞選択
7. コイル管
＜コイル管 [X=SQR(D/Dc)] ＞
曲率半径の2倍：Dc[m]＝0.5、入力
→ X＝0.141
臨界レイノルズ数：Rec＝5938
＜乱流の場合＞ 管内壁の粗さ入力、「2. 粗管」選択
→ X (コイル中心径/管内径) ＝50

0≦X≦50 … 適用範囲
係数：a＝12.0138
コイル巻数：Nc＝10、入力
曲管の摩擦係数：fc＝2.162E-02
圧力損失：ＰＤ[kgf/cm2]＝3.1748
損失頭[kgf･m/kg]＝31.77

※Re は直管の値を使用するので手順(7)が必要となる。
臨界レイノルズ数を境にして層流と乱流に分ける。
※乱流で粗管のコイル摩擦係数fc は平滑管のfc 値を2倍したものである。

(9) 圧力損失キー
(7)と同じなので記載省略。

(10) 管路諸損失キー
＜曲管＞選択
1. ベンダ：滑らかな曲管
＜曲り長さ＞入力
曲管部の中心線での長さ：Lb[m]＝0.07854
(手計算、π×50×2/4＝78.54[mm])
曲り角：a[°]＝90、入力
曲管中心線の曲率半径：r[m]＝0.05、入力
→ 流れ方向変換による抵抗係数：Kz＝0.1315
管摩擦係数：f＝8.7207E-03
全抵抗係数：Kb＝4.05555E-01
圧力損失：ＰＤ[kgf/cm2]＝9.305E-03
損失頭：Ff[kgf･m/kg]＝9.31146

(11) 圧力損失の合計を手計算
全圧力損失＝コイル管部の圧力損失＋90°ベンド部５個の圧力損失
＝3.1748＋0.0093×5
＝3.2213[kgf/cm2]

[L9-2] 管路諸損失／液体／半円形コイル管内の摩擦による圧力損失計算

『例題Ｌ－９－２』 半円形コイル管
流体:水
温度:入口…40[℃]、出口…39[℃]、平均 39.5[℃]
圧力:0.2[MPa]＝0.301325[MPa.abs]
流量:2.1443 [L/min]＝0.1287[m3/h]
配管:ゴム半円形管（カロレックスチューブ）、φ１５／φ１２．６
コイル半径…０．０７[m]、60 巻、管全長Ｌ　30[m]
胴径φ140、高さ 900 の円筒タンクの外側にカロレックスチューブを巻いて、タンク内の液体を加熱する。

【例題Ｌ－９－２解答】

(1) 断面形状が半円なので相当直径 DH を手計算で求める。
DH=4m
ここで、m:動水半径
m＝管路断面積/浸辺長
浸辺長:液に接触している辺の和で、半円なので円周の半分＋直径
管路断面積:S＝(π/4)(d^2)/2
d＝12.6[mm]
S=62.345[mm2]
浸辺長:Ls＝πd/2＋d＝π×12.6/2＋12.6＝32.392[mm]
∴ m＝S/Ls＝62.345/32.392＝1.9247[mm]
よって、DH＝4×1.9247＝7.7[mm]

(2) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝39.5[℃]
絶対圧力＝0.301325 [MPa]
体積流量＝0.1287[m3/h]

(3) 液体キーで内部データ選択
「水」を選択

(4) 配管キーで配管寸法を入力
＜管種類選択＞
1. 円筒管、内径 d[mm]＝7.7
3. 平滑管
＜管長＞入力
L[m]＝30

※コイル管を直管として圧力損失を計算すると
(5) 圧損キーで直管の圧力損失計算
＜計算選択＞
1. 平均流速
→ 平均流速…u＝0.7677[m/s]
レイノルズ数:Re＝8815.3 → 乱流
管摩擦係数:f＝8.0636E-03
圧力損失:PD[MPa]＝3.6752E-02
損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝3.7764
管長:L[m]＝30
密度[kg/m3]＝992.4
粘度[kg/m･h]＝2.396

(6) 管路諸損失
＜管路諸損失＞選択
7. コイル管
＜コイル管 [X=SQR(D/Dc)] ＞
曲率半径の2倍:Dc[m]＝0.14、入力
→ X＝0.234
臨界レイノルズ数:Rec＝7194
＜乱流の場合＞ 管内壁の粗さ入力、「1. 平滑管」選択
→ X(コイル中心径/管内径)＝18.18
0≦X≦50 … 適用範囲
係数:a＝4.3847
コイル巻数:Nc＝60、入力
曲管の摩擦係数:fc＝0.01373
圧力損失:PD[MPa]＝6.257E-02
損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝6.429

[L9-3] 管路諸損失／液体／コイル管内の摩擦による圧力損失計算

『例題Ｌ－９－３』 コイル管
タンクコイル式熱交換器のコイル管内の圧力損失計算
流体：54wt%ナイブライン NFP 水溶液
温度：35[℃]
圧力：0.2[MPa]＝0.301325[MPa.abs]
流量：12 [L/min]
配管：SUS３０４ １５A-Sch１０S（管外径＝21.7mm、肉厚＝2.1mm、管内径＝17.5mm）
コイル巻数：Nc＝16、コイル管の全管長：L=17.64[m]
コイルの中心径（曲率半径の２倍）：Dc=350[mm]
流体の密度：ρ＝1022[kg/m3]（at 35℃）
流体の粘度：μ＝2.05[cP]＝7.38[kg/m･h]

上記構造のコイル管に 0℃のブラインを流したときの圧力損失は？
ρ＝1037[kg/m3]（at 0℃）、μ＝30.6[kg/m･h]

【例題Ｌ－９－３解答】

（1）設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝35[℃]
絶対圧力＝0.301325 [MPa]
体積流量＝12[L/min]

（2）物性キーで液の密度、粘度入力
＜流体選択＞
２．液体
＜密度入力＞
1022[kg/m3]
＜粘度入力＞
7.38[kg/m･h]

(3) 配管キーで配管寸法を入力
＜配管用管データ＞
「はい」 → 「3. SUSTP」
配管用ステンレス鋼鋼管 SUSTP、呼び径:A とスケジュール番号入力
Sch10S → 10
呼び径:A → 15
→ 呼び A＝15、呼び B＝1/2
外径＝21.7[mm]
内径＝17.5[mm]
肉厚＝2.1[mm]
＜管長＞入力
L[m]＝17.64

※コイル管を直管として圧力損失を計算すると
(4) 圧損キーで直管の圧力損失計算
＜計算選択＞
1. 平均流速
→ 平均流速…u＝0.8315[m/s]
レイノルズ数:Re＝7254 → 乱流
管摩擦係数:f＝9.3161E-03
圧力損失:PD[MPa]＝1.3271E-02
損失頭:Ff[kgf･m/kg]＝1.3241
管長:L[m]＝17.64
密度[kg/m3]＝1022
粘度[kg/m･h]＝7.38

(5) 管路諸損失
＜管路諸損失＞選択
7. コイル管
＜コイル管 [X=SQR(D/Dc)] ＞
曲率半径の2倍:Dc[m]＝0.35、入力
→ X＝0.223
臨界レイノルズ数:Rec＝7066
＜乱流の場合＞ 管内壁の粗さ入力、「2. 粗管」選択
→ X(コイル中心径/管内径)＝20
0≦X≦50 … 適用範囲
係数:a＝4.8606

コイル巻数：Nc＝16、入力
曲管の摩擦係数：fc＝0.02877
圧力損失：PD[MPa]＝4.0989E-02
損失頭：Ff[kgf･m/kg]＝4.0897

(6) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝0[℃]
絶対圧力＝0.301325 [MPa]
体積流量＝12[L/min]

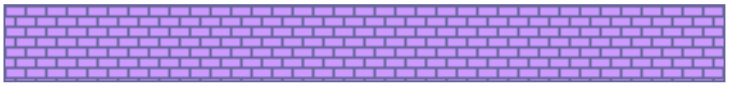
(7) 物性キーで液の密度、粘度入力
＜流体選択＞
2. 液体
＜密度入力＞
1037[kg/m3]
＜粘度入力＞
30.6[kg/m･h]

(8) 圧損キーで直管の圧力損失計算
＜計算選択＞
1. 平均流速
→ 平均流速…u＝0.8315[m/s]
レイノルズ数：Re＝1775 → 層流
管摩擦係数：f＝9.0127E-03
圧力損失：PD[MPa]＝1.3027E-02
損失頭：Ff[kgf･m/kg]＝1.281
管長：L[m]＝17.64
密度[kg/m3]＝1037
粘度[kg/m･h]＝30.6

(9) 管路諸損失
＜管路諸損失＞選択
7. コイル管

＜コイル管 [X=SQR(D/Dc)] ＞
曲率半径の２倍：Dc[m]＝0.35、入力
→ X＝0.223
臨界レイノルズ数：Rec＝7066
＜層流の場合＞
→ ディーン数：De＝396.9
曲管の摩擦係数：fc＝0.0093
圧力損失：ＰＤ[MPa]＝1.3516E-02
損失頭：Ff[kgf･m/kg]＝1.329

バルブのＣv値･例解操作



［M1］ 液体の場合

［M2］ 液体（粘度補正）の場合

［M3］ 液体（水のフラッシング補正）の場合

［M4］ 気体の場合（⊿P＜P1/2）

［M5］ 気体の場合（⊿P≧P1/2）

［M6］ 水蒸気（スチーム）の場合（⊿P＜P1/2）

［M7］ 水蒸気（スチーム）の場合（⊿P≧P1/2）

［M8］ 一般蒸気の場合

[M1－1] バルブのCv値／液体（内部データ使用）

『例題M1－1』 調節弁の定格 Cv 値を決める。
流体：メタノール
温度：20℃
調節弁入口圧力：P1＝4.2[MPa]（ゲージ圧）＝4.30132[MPa.abs]
調節弁出口圧力：P2＝0[MPa]（ゲージ圧）＝0.101325[MPa.abs]
最大流量：Vmax＝0.17[m3/h]
最小流量：Vmin＝0.0504[m3/h]
動作：液配管中の圧力を一定に保つために空気圧操作式圧力調節弁を取付ける。調節弁出口は開放タンクに接続されており、余分な液はタンクへ戻される。

【例題M1－1解答】

(1) 設計条件入力
最大流量の場合を入力
＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝20[℃]
絶対圧力＝4.30132 [MPa.abs]
体積流量＝0.17[m3/h]

(2) 液体キーで内部データ選択
「5. メタノール」を選択

(3) 密度キーでメタノールの密度確認
「3. 内部液体」 → メタノール密度：ρ＝791.74[kg/m3]（at 20℃）

(4) 粘度キーでメタノールの粘度確認
「内部液体…メタノール」 粘度：μ＝2.081[kg/m･h]（at 20℃）

(5) Cv キーで最大流量時の Cv 値計算
＜流体選択＞
1. 液体

＜データ入力選択＞
1. 内部データ

→ 比重:G＝0.792 表示、入力キー

＜計算選択＞
1. Cv 値
＜流量、圧力 P1、P2＞入力（圧力は絶対圧力）
最大体積流量[m3/h]＝0.17
流入側圧力:P1[MPa]＝4.30132
流出側圧力:P2[MPa]＝0.101325
→ Cv 値＝2.69876E-02

入力キー

→ メニュー画面に戻る。

(6) Cv キーで最小流量時の Cv 値計算
＜流体選択＞
1. 液体
＜データ入力選択＞
1. 内部データ

→ 比重:G＝0.792 表示、入力キー

＜計算選択＞
1. Cv 値
＜流量、圧力 P1、P2＞入力（圧力は絶対圧力）
最大体積流量[m3/h]＝0.0504 (注) 表示は「最大」になっている。
流入側圧力:P1[MPa]＝4.30132
流出側圧力:P2[MPa]＝0.101325
→ Cv 値＝8.001E-03

入力キー

→ メニュー画面に戻る。

(7) 調節弁カタログから弁を選択
定格 Cv＝0.05、固有レンジアビリティ＝25:1の弁を選択する。この弁の最小 Cv 値は、
Cv＝0.05/25＝0.002
となる。
弁特性をリニアとして、最大流量と最小流量の弁開度をそれぞれ Y1、Y2 とすると、

Y1=（0.0269876-0.002）/（0.05-0.002）×100＝51.8[%]
Y2＝（0.008001-0.002）/（0.05-0.002）×100＝12.5[%]

（8）粘度補正のチェック（参考）

粘度の単位変換をする。

μ＝2.081[kg/m･h]＝5.78056E-04[kg/m･s]（=Pa･s）

動粘度は、

ν＝μ/ρ
＝5.78056E-04/791.74＝7.301E-07[m2/s]＝0.7301[cSt]

ν＜20[cSt]だから、粘度補正なし。

本ソフトでは判定を自動的に行っている。 → 粘度補正ありの Cv 値計算例参照。

[M1－2] バルブのCv値／液体（内部データ使用）

『例題M1－2』 Cv 値を計算する。
流体：水
温度：20℃
調節弁入口圧力：P1＝5[kgf/cm2.abs]
調節弁出口圧力：P2＝4.8[kgf/cm2.abs]
最大流量：Vmax＝100[L/min]

【例題M1－2解答】

(1) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝20[℃]
絶対圧力＝5[kgf/cm2.abs]
体積流量＝100[L/min]

(2) 液体キーで内部データ選択
「水」を選択

(3) Cv キーで最大流量時の Cv 値計算
G=0.999
最大体積流量入力[L/min]＝100
流入側圧力：P1[kgf/cm2]＝5
流出側圧力：P2[kgf/cm2]＝4.8
→ フラッシング補正なし
Cv＝15.65
入力キー
→ メニュー画面に戻る。

[M2－1] バルブのCv値／液体（外部データ使用）－粘度補正

『例題M2－1』 Cv 値を計算する。
流体：硫酸 100%
温度：25℃
弁入口圧力：P1＝0.55[MPa.abs]
弁出口圧力：P2＝0.5[MPa.abs]
最大流量：20[L/min]
密度：ρ＝1826[kg/m3]（at 25℃、100%）
粘度：η＝23[mPa･s]（at 25℃、100%）
動粘度：ν＝η／ρ＝27.86[cSt]＞20[cSt] → 粘度補正が必要
比重：G＝1826/998.2＝1.829

【例題M2－1解答】

(1) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝25[℃]
絶対圧力＝0.55[MPa.abs]
体積流量＝20[L/min]

(2) 物性キーで液の密度、粘度入力
＜流体選択＞
2. 液体
＜密度入力＞
1826[kg/m3]
＜粘度入力＞
23[mPa･s]

(3) Cv キーで最大流量時の Cv 値計算
液、外部データ選択
＜比重＞入力
G=1.829
Cv 値計算選択

＜流量、圧力 P1、P2＞入力（圧力は絶対圧力）
最大体積流量入力[L/min]＝20
流入側圧力：P1[MPa]＝0.55
流出側圧力：P2[MPa]＝0.5
→ Cv＝2.65237

入力キー

＜動粘度＞入力
動粘度[cSt]（20 以上）＝27.86
→ ★粘度補正 動粘度＝27.86[cSt]
係数：Rv＝1163.6856
補正係数：C＝1.0042586
補正 Cv＝2.66366

入力キー

→ メニュー画面に戻る。

[M2－2] バルブのCv値／液体（外部データ使用）－粘度補正

『例題M2－2』 Cv 値を計算する。
流体：滑油
温度：40℃
弁入口圧力：P1＝10[kgf/cm2.abs]
弁出口圧力：P2＝9[kgf/cm2.abs]
最大流量：100[L/min]
密度：ρ＝876[kg/m3]（at 40℃）
粘度：η＝216E-4[kgf･s/m2]＝0.2118[Pa･s]（at 40℃）
動粘度：ν＝242E-6[m2/s]＝242[cSt]＞20[cSt] → 粘度補正が必要
比重：G＝876/992.2＝0.883

【例題M2－2解答】

(1) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝40[℃]
絶対圧力＝10[kgf/cm2.abs]
体積流量＝100[L/min]

(2) 物性キーで液の密度、粘度入力
＜流体選択＞
2. 液体
＜密度入力＞
876[kg/m3]
＜粘度入力＞
0.211824[Pa･s]

(3) Cv キーで最大流量時の Cv 値計算
液、外部データ選択
＜比重＞入力
G=0.883
Cv 値計算選択

＜流量、圧力 P1、P2＞入力（圧力は絶対圧力）
最大体積流量入力[L/min]＝100
流入側圧力：P1[kgf/cm2]＝10
流出側圧力：P2[kgf/cm2]＝9
→ Cv＝6.5796

入力キー

＜動粘度＞入力
動粘度[cSt]（20 以上）＝242
→ ★粘度補正 動粘度＝242[cSt]
係数：Rv＝425.292
補正係数：C＝1.09846
補正 Cv＝7.227

入力キー

→ メニュー画面に戻る。

[M2－3] バルブのCv値／液体（外部データ使用）－粘度補正

『例題M2－3』 Cv 値を計算する。
流体：滑油
温度：20℃
弁入口圧力：P1＝10[kgf/cm2.abs]
弁出口圧力：P2＝9.5[kgf/cm2.abs]
最大流量：3.333[L/min]
密度：ρ＝887.5[kg/m3]（at 20℃）
粘度：η＝0.2068[kgf･s/m2]＝2.028[Pa･s]（at 20℃）
動粘度：ν＝2261E-6[m2/s]＝2261[cSt]＞20[cSt] → 粘度補正が必要
比重：G＝887.5/998.2＝0.889

【例題M2－3解答】

(1) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝20[℃]
絶対圧力＝10[kgf/cm2.abs]
体積流量＝3.333[L/min]

(2) 物性キーで液の密度、粘度入力
＜流体選択＞
2. 液体
＜密度入力＞
887.5[kg/m3]
＜粘度入力＞
2.028[Pa･s]

(3) Cv キーで最大流量時の Cv 値計算
液、外部データ選択
＜比重＞入力
G=0.889
Cv 値計算選択

＜流量、圧力 P1、P2＞入力（圧力は絶対圧力）
最大体積流量入力[L/min]＝3.333
流入側圧力：P1[kgf/cm2]＝10
流出側圧力：P2[kgf/cm2]＝9.5
→ Cv＝0.311188

入力キー

＜動粘度＞入力
動粘度[cSt]（20 以上）＝2261
→ ★粘度補正 動粘度＝2261[cSt]
係数：Rv＝6.9763
補正係数：C＝5.868
補正 Cv＝1.826

入力キー

→ メニュー画面に戻る。

[M2－4] バルブのCv値／液体（外部データ使用）－粘度補正

『例題M2－4』 Cv 値を計算する。
流体：滑油
温度：40℃
弁入口圧力：P1＝10[kgf/cm2.abs]
弁出口圧力：P2＝9.8[kgf/cm2.abs]
最大流量：1[L/min]
密度：ρ＝876[kg/m3]（at 40℃）
粘度：η＝216E-4[kgf･s/m2]＝0.2118[Pa･s]（at 40℃）
動粘度：ν＝242E-6[m2/s]＝242[cSt]＞20[cSt] → 粘度補正が必要
比重：G＝876/992.2＝0.883

【例題M2－4解答】

(1) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝40[℃]
絶対圧力＝10[kgf/cm2.abs]
体積流量＝1[L/min]

(2) 物性キーで液の密度、粘度入力
＜流体選択＞
2. 液体
＜密度入力＞
876[kg/m3]
＜粘度入力＞
0.2118[Pa･s]

(3) Cv キーで最大流量時の Cv 値計算
液、外部データ選択
＜比重＞入力
G=0.883
Cv 値計算選択

＜流量、圧力 P1、P2＞入力（圧力は絶対圧力）
最大体積流量入力[L/min]＝1
流入側圧力：P1[kgf/cm2]＝10
流出側圧力：P2[kgf/cm2]＝9.8
→ Cv＝0.1471

入力キー

＜動粘度＞入力
動粘度[cSt]（20 以上）＝242
→ ★粘度補正 動粘度＝242[cSt]
係数：Rv＝28.441
補正係数：C＝2.9064
補正 Cv＝0.44276

入力キー

→ メニュー画面に戻る。

[M3－1] バルブのCv値／液体－水のフラッシング補正

『例題M3－1』 Cv 値を計算する。
流体：水
温度：t 1＝120℃
弁入口圧力：P1＝245.166[kPa.abs]
① 弁出口圧力：P2＝176.52[kPa.abs]
② 弁出口圧力：P2＝205.94[kPa.abs]
最大流量：50[L/min]
密度：ρ＝943.1[kg/m3] (at 120℃、245.166kPa)
比重：G＝943.1/999＝0.944

【例題M3－4解答】

(1) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝120[℃]
絶対圧力＝245.166[kPa.abs]
体積流量＝50[L/min]

(2) 液体キーで内部データ選択
「水」を選択

(3) Cv キーで最大流量時の Cv 値計算 (①)
液、内部データ選択
＜比重＞表示 … G=0.944
Cv 値計算選択
＜流量、圧力 P1、P2＞入力 (圧力は絶対圧力)
最大体積流量入力[L/min]＝50
流入側圧力：P1[kPa]＝245.166
流出側圧力：P2[kPa]＝176.52
→ フラッシング補正あり
限界圧力降下
⊿Pc＝41.976[kPa]

Cv 値＝5.199 … 弁出口圧力が①の場合

000キー

(4) 手計算で⊿T、⊿P を求める (参考)
P1＝245.166kPa.abs の時の飽和蒸気温度は、Ts＝126.8℃
120℃の時の飽和蒸気圧力は、Pv＝198.487kPa.abs
⊿T＝Ts－t1＝126.8－120＝6.8℃
⊿P＝P1－P2＝245.166－176.52＝68.646[kPa.abs]
⊿T≧2.8℃なので。
⊿Pc＝0.9 (P1－Pv)
⊿Pc≦⊿P の時はフラッシング補正あり。Cv 計算式の P1-P2 を⊿Pc に置き換えて行う。
①の場合、フラッシング補正なしで計算すると、Cv 値＝4.08

(5) Cv キーで最大流量時の Cv 値計算 (②)
Cv 値計算選択
＜流量、圧力 P1、P2＞入力 (圧力は絶対圧力)
最大体積流量入力[L/min]＝50
流入側圧力：P1[kPa]＝245.166
流出側圧力：P2[kPa]＝205.94
→ フラッシング補正なし
Cv 値＝5.378

入力キー

→ メニュー画面に戻る。

(6) 手計算で⊿P を求める (参考)
⊿P＝P1－P2＝245.166－205.94＝39.226[kPa.abs]
②の場合、⊿Pc＞⊿P なのでフラッシング補正なし。

[M3－2] バルブのCv値／液体－水のフラッシング補正

『例題M3－2』 Cv 値を計算する。
流体：水
温度：t1＝177℃
弁入口圧力：P1＝9[ata]
弁出口圧力：P2＝5[ata]
最大流量：10000[kg/h]＝11.2345[m3/h]
密度：ρ＝890.112[kg/m3] (at 177℃)
比重：G＝890.112/999＝0.891

【例題M3－2解答】

(1) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝177[℃]
絶対圧力＝9[kgf/cm2.abs]
体積流量＝11.2345[m3/h]

(2) 液体キーで内部データ選択
「水」を選択

(3) Cv キーで最大流量時の Cv 値計算
液、内部データ選択
＜比重＞表示 … G=0.891
Cv 値計算選択
＜流量、圧力 P1、P2＞入力 (圧力は絶対圧力)
最大体積流量入力[m3/h]＝11.2345
流入側圧力：P1[kgf/cm2]＝9
流出側圧力：P2[kgf/cm2]＝5
→ フラッシング補正あり
限界圧力降下
⊿Pc＝0.54[kgf/cm2]
Cv 値＝16.84

[M4－1] バルブのCv値／気体（⊿P＜P1／2）

『例題M4－1』 Cv 値を計算する。
流体：水素
温度：t 1＝20℃
弁入口圧力：P1＝10[kgf/cm2.abs]
弁出口圧力：P2＝9.5[kgf/cm2.abs]
最大流量：100[Nm3/h]
⊿P＝P1-P2＝0.5[ata]、P1/2＝5[ata]

【例題M4－1解答】

(1) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → ノルマル流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝20[℃]
絶対圧力＝10[kgf/cm2.abs]
体積流量＝100[Nm3/h]

(2) 気体キーで内部データ選択
「4. 水素」を選択

(3) Cv キーで最大流量時の Cv 値計算
ガス、内部データ選択
＜比重＞表示 … G=0.069
Cv 値計算選択
＜流量、圧力 P1、P2＞入力（圧力は絶対圧力）
最大体積流量[m3/h]（at 0℃、1atm）＝100
流入側圧力：P1[kgf/cm2]＝10
流出側圧力：P2[kgf/cm2]＝9.5
→ Cv 値＝0.5326

入力キー

→ メニュー画面に戻る。

[M4－2] バルブのCv値／気体 (⊿P＜P1／2)

『例題M4－2』 Cv 値を計算する。
流体：水素
温度：t 1＝120℃
弁入口圧力：P1＝34[kgf/cm2.abs]
弁出口圧力：P2＝28[kgf/cm2.abs]
最大流量：3000[kg/h]＝33370[Nm3/h]
密度：ρ＝0.0899[kg/Nm3] (at 0℃、1atm)
⊿P＝P1-P2＝6[ata]、P1/2＝17[ata]

【例題M4－2解答】

(1) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → ノルマル流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝120[℃]
絶対圧力＝34[kgf/cm2.abs]
体積流量＝33370[Nm3/h]

(2) 気体キーで内部データ選択
「4. 水素」を選択

(3) Cv キーで最大流量時の Cv 値計算
ガス、内部データ選択
＜比重＞表示 … G=0.069
Cv 値計算選択
＜流量、圧力 P1、P2＞入力 (圧力は絶対圧力)
最大体積流量[m3/h] (at 0℃、1atm) ＝33370
流入側圧力：P1[kgf/cm2]＝34
流出側圧力：P2[kgf/cm2]＝28
→ Cv 値＝33.32

入力キー

→ メニュー画面に戻る。

[M5－1] バルブのCv値／気体（⊿P≧P1／2）

『例題M5－1』 Cv 値を計算する。
流体：ヘリウム
温度：t 1＝20℃
弁入口圧力：P1＝6[kgf/cm2.abs]
弁出口圧力：P2＝2[kgf/cm2.abs]
最大流量：1000[Nm3/h]
⊿P＝P1-P2＝4[ata]、P1/2＝3[ata]

【例題M5－1解答】

(1) 設計条件入力
＜流量選択＞
体積流量 → ノルマル流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝20[℃]
絶対圧力＝6[kgf/cm2.abs]
体積流量＝1000[Nm3/h]

(2) 気体キーで内部データ選択
「5. ヘリウム」を選択
※Tr=22.124、0.8≦Tr≦20 … 適用範囲、適用範囲外／計算不可 → 無視

(3) Cv キーで最大流量時の Cv 値計算
ガス、内部データ選択
＜比重＞表示 … G=0.138
Cv 値計算選択
＜流量、圧力 P1、P2＞入力（圧力は絶対圧力）
最大体積流量[m3/h]（at 0℃、1atm）＝1000
流入側圧力：P1[kgf/cm2]＝6
流出側圧力：P2[kgf/cm2]＝2
→ Cv 値＝4.502

入力キー

→ メニュー画面に戻る。

[M6－1] バルブのCv値／水蒸気（スチーム）（⊿P＜P1／2）

『例題M6－1』 Cv 値を計算する。
流体：飽和水蒸気
温度：t1＝222.9℃
弁入口圧力：P1＝25[kgf/cm2.abs]
弁出口圧力：P2＝13[kgf/cm2.abs]
最大流量：100[kg/h]
⊿P＝P1-P2＝12[ata]、P1/2＝12.5[ata]

【例題M6－1解答】

(1) 設計条件入力
＜流量選択＞
質量流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝222.9[℃]
絶対圧力＝25[kgf/cm2.abs]
質量流量＝100[kg/h]

(2) 気体キーで内部データ選択
「10. 水蒸気」を選択
「1. 飽和水蒸気」を選択

(3) Cv キーで最大流量時の Cv 値計算
スチームを選択
Cv 値計算選択
＜流量、圧力 P1、P2＞入力（圧力は絶対圧力）
最大質量流量[kg/h]＝100
流入側圧力：P1[kgf/cm2]＝25
流出側圧力：P2[kgf/cm2]＝13
→ P1 での飽和蒸気温度ts[℃]＝222.92、過熱度＝-0.02℃
Cv 値＝0.3426

入力キー

→ メニュー画面に戻る。

[M6－2] バルブのCv値／水蒸気（スチーム）（⊿P＜P1／2）

『例題M6－2』 最大流量を計算する。
流体：過熱水蒸気
温度：t1＝660[°F]＝348.889[℃]
弁入口圧力：P1＝500[psi]＝35.1535[ata]
弁出口圧力：P2＝340[psi]＝23.9044[ata]
Cv 値＝275、弁全開
⊿P＝P1-P2＝160[psi]、P1/2＝250[ata]

【例題M6－2解答】

(1) 設計条件入力
＜流量選択＞
質量流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝660[°F]
絶対圧力＝500[psi]
質量流量＝187487[lb/h]（仮の数値）

(2) 気体キーで内部データ選択
「10. 水蒸気」を選択
「2. 過熱水蒸気」を選択

(3) Cv キーで最大流量時の Cv 値計算
スチームを選択
最大流量計算選択
＜Cv 値、圧力 P1、P2＞入力（圧力は絶対圧力）
Cv 値＝275
流入側圧力：P1[psi]＝500
流出側圧力：P2[psi]＝340
→ P1 での飽和蒸気温度ts[℃]＝241.687、過熱度＝107.2℃
最大質量流量＝187487[lb/h]（＝85043[kg/h]）

入力キー

→ メニュー画面に戻る。

【別解】 … 単位をメートル法に直して再計算

(1) 設計条件入力
＜流量選択＞
質量流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝348.889 [℃]
絶対圧力＝35.1535[kgf/cm2.abs]
質量流量＝85040[kg/h] (仮の数値)

(2) 気体キーで内部データ選択
「10. 水蒸気」を選択
「2. 過熱水蒸気」を選択

(3) Cv キーで最大流量時の Cv 値計算
スチームを選択
最大流量計算選択
＜Cv 値、圧力 P1、P2＞入力 (圧力は絶対圧力)
Cv 値＝275
流入側圧力：P1[kgf/cm2]＝35.1535
流出側圧力：P2[kgf/cm2]＝23.9044
→ P1 での飽和蒸気温度ts[℃]＝241.687、過熱度＝107.2℃
最大質量流量＝85043[kg/h]

入力キー

→ メニュー画面に戻る。

[M7－1] バルブのCv値／水蒸気（スチーム）（⊿P≧P1／2）

『例題M7－1』 Cv 値を計算する。
流体：過熱水蒸気
温度：t1＝279℃
弁入口圧力：P1＝9[kgf/cm2.abs]
弁出口圧力：P2＝3[kgf/cm2.abs]
最大流量：24500[kg/h]
⊿P＝P1-P2＝6[ata]、P1/2＝4.5[ata]

【例題M7－1解答】

(1) 設計条件入力
＜流量選択＞
質量流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝279[℃]
絶対圧力＝9[kgf/cm2.abs]
質量流量＝24500[kg/h]

(2) 気体キーで内部データ選択
「10. 水蒸気」を選択
「2. 過熱水蒸気」を選択

(3) Cv キーで最大流量時の Cv 値計算
スチームを選択
Cv 値計算選択
＜流量、圧力 P1、P2＞入力（圧力は絶対圧力）
最大質量流量[kg/h]＝24500
流入側圧力：P1[kgf/cm2]＝9
流出側圧力：P2[kgf/cm2]＝3
→ P1 での飽和蒸気温度ts[℃]＝174.55、過熱度＝104.44℃
Cv 値＝259.82

入力キー

→ メニュー画面に戻る。

[M8－1] バルブのCv値／一般蒸気

『例題M8－1』 Cv 値を計算する。
流体：ある炭化水素の蒸気
温度：t 1＝30℃
弁入口圧力：P1＝11[kgf/cm2.abs]
弁出口圧力：P2＝5[kgf/cm2.abs]
実流量：306[m3/h]、この時の密度：ρ＝14.3[kg/m3]
質量流量：4375.8[kg/h]
⊿P＝P1-P2＝6[ata]、P1/2＝5.5[ata]
P2＜P1/2 だから⊿P→P1/2、V2 は P1/2 に対応した V2 を使用。
V1＝1/ ρ＝1000/14.3＝69.93[cc/g]
V2＝69.93×11/5.5＝139.86[cc/g]

【例題M8－1解答】

(1) 設計条件入力
＜流量選択＞
質量流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝30[℃]
絶対圧力＝11[kgf/cm2.abs]
質量流量＝4375.8[kg/h]

(2) Cv キーで最大流量時の Cv 値計算
一般蒸気を選択、Cv 値計算選択
＜流量、圧力 P1、P2＞入力（圧力は絶対圧力）
最大質量流量[kg/h]＝4375.8
流入側圧力：P1[kgf/cm2]＝11
流出側圧力：P2[kgf/cm2]＝5
P1 での比容積：V1[cm3/g]＝69.93
P1/2 での比容積：V2[cm3/g]＝139.86
→ Cv 値＝22.3349

入力キー

→ メニュー画面に戻る。

[M8－2] バルブのCv値／一般蒸気

『例題M8－2』 Cv 値を計算する。
流体：ある炭化水素の蒸気
温度：t1＝70[°F]＝21.11[℃]
弁入口圧力：P1＝115.3[psi]＝8.10639[kgf/cm2.abs]＝7.8457[atm]
弁出口圧力：P2＝111.338[psi]＝7.82784[kgf/cm2.abs]
流量：16000[scfh]＝453.07[m3/h]（15.6℃、1atm）
この標準状態の密度：ρ＝0.0455[lbs/scf]＝0.72884[kg/m3]
質量流量：W＝16000×0.0455＝728[lbs/h]＝330.215[kg/h]
⊿P＝P1-P2＝0.27855[ata]、P1/2＝4.053195[ata]
V1＝1/ρ＝（1000/0.72884）（1/7.8457）＝174.8784[cc/g]
※実流量の密度の逆数なので P1[atm]で割る。
V2＝174.8784×8.10639/7.82784＝181.1014[cc/g]

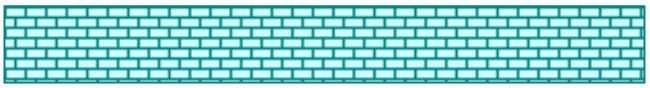
【例題M8－2解答】

(1) 設計条件入力
＜流量選択＞
質量流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝21.11[℃]
絶対圧力＝8.10639[kgf/cm2.abs]
質量流量＝330.215[kg/h]

(2) Cv キーで最大流量時の Cv 値計算
一般蒸気を選択、Cv 値計算選択
＜流量、圧力 P1、P2＞入力（圧力は絶対圧力）
最大質量流量[kg/h]＝330.215
流入側圧力：P1[kgf/cm2]＝8.10639
流出側圧力：P2[kgf/cm2]＝7．82784
P1 での比容積：V1[cm3/g]＝174.8784
P2 での比容積：V2[cm3/g]＝181.1014
→ Cv 値＝9.756

入力キー → メニュー画面に戻る。

蒸気圧及び音速･例解操作



［N1］ 水の飽和蒸気圧

［N2］ 水の飽和蒸気温度

［N3］ 理想気体中の音速

［N4］ 液体中の音速

［N5］ 無機化合物の飽和蒸気圧

［N6］ 有機化合物の飽和蒸気圧

[N1] 水の飽和蒸気圧

『例題N－1』 水の飽和蒸気圧を求める。
流体：水
温度：20℃、50℃、110℃、168℃、200℃、230℃、267℃、290℃、
320℃、360℃

【例題N－1解答】

(1) 単位変換（必要に応じて）
例えば圧力の単位を選択、[kPa]

(2) スチーム
＜計算の選択＞ → 「1. 飽和水蒸気圧」
飽和蒸気温度：Ts[℃]＝20、飽和水蒸気圧：Ps＝2. 336[kPa]

以下計算結果を表にまとめる。参考として蒸気表 1980 データとの比較をする。

温度 Ts[℃]	計算した Ps[kPa]	蒸気表からの Ps[kPa]	誤差[%]
20	2. 336	2. 3366	0. 026
50	12. 335	12. 335	0
110	143. 254	143. 27	0. 011
168	754. 410	754. 45	0. 005
200	1554. 983	1554. 9	－0. 005
230	2798. 281	2797. 6	－0. 024
267	5251. 725	5251. 9	0. 003
290	7445. 127	7446. 1	0. 013
320	11291. 818	11289	－0. 025
360	18673. 093	18675	0. 010

[N2] 水の飽和蒸気温度

『例題N－2』 水の飽和蒸気温度を求める。
流体：水
圧力：1kPa、5kPa、10kPa、30kPa、50kPa、80kPa、150kPa、200kPa、
500kPa、1000kPa、2000kPa、4000kPa、7000kPa、10000kPa

【例題N－2解答】

(1) 単位変換 (必要に応じて)
例えば圧力の単位を選択、[kPa]

(2) スチーム
＜計算の選択＞ → 「2. 飽和水蒸気温度」
飽和水蒸気圧：Ps[kPa]＝1、飽和蒸気温度：Ts＝6.9[℃]

以下計算結果を表にまとめる。参考として蒸気表 1980 データとの比較をする。

蒸気圧 Ps[kPa]	計算した Ts[℃]	蒸気表からの Ts[℃]	誤差[%]
1	6. 9	6. 983	1. 189
5	32. 9	32. 90	0
10	45. 8	45. 83	0. 065
30	69. 1	69. 12	0. 029
50	81. 3	81. 35	0. 061
80	93. 5	93. 51	0. 011
150	111. 3	111. 37	0. 063
200	120. 2	120. 23	0. 025
500	151. 8	151. 84	0. 026
1000	179, 9	１７９．８８	－0. 011
2000	212. 3	２１２．３７	0. 033
4000	250. 3	２５０．３３	0. 012
7000	285. 8	２８５．７９	－0. 003
10000	310. 9	３１０．９６	0. 019

[N3] 音速計算／理想気体中

『例題N－3』
流体:空気、ヘリウム･･･内部データ使用
塩化水素･･･外部データ使用、比熱比:κ＝1．4、分子量:M＝36．46
温度:20℃

【例題N－3解答】

(1) 気体
「1. 空気」選択

(2) スチーム
「3. 理想気体中の音速」選択
→ 気体中の音速、温度:t[℃]入力＝20
「1.内部データ」選択
→ ＜空気＞気体中の音速:a[m/s]＝343．323

(3) スチーム･･･(2)で外部入力の場合
「3. 理想気体中の音速」選択
→ 気体中の音速、温度:t[℃]入力＝20
「2.外部データ」選択
比熱比:κ＝1．4(入力)
分子量:M＝28．95(入力)
→ 気体中の音速:a[m/s]＝343．323

(4) 気体
「5. ヘリウム」選択 (適用範囲外/計算不可…無視)

(5) スチーム
「3. 理想気体中の音速」選択
→ 気体中の音速、温度:t[℃]入力＝20
「1.内部データ」選択
→ ＜ヘリウム＞気体中の音速:a[m/s]＝1005．74

(6) スチーム･･･塩化水素中の音速を求める。

「3. 理想気体中の音速」選択

→ 気体中の音速、温度:t[℃]入力＝20

「2.外部データ」選択

比熱比:κ＝1．4(入力)

分子量:M＝36．46(入力)

→ 気体中の音速:a[m/s]＝305．93

[N4] 音速計算／液体中

『例題N－4』
流体：水、エチルアルコール
アセトン･･･外部データ使用、体積弾性係数：K＝0．79365[GPa]
密度：ρ＝790[kg/m3]
温度：20℃

【例題N－4解答】

(1) 設計条件･･･内部データ使用の場合、20℃の密度が必要
＜流量選択＞
体積流量 → 実流量
＜圧力単位選択＞
絶対圧力
＜設計条件＞
温度＝20[℃]
･･･････

(2) 液体
「1．水」選択

(3) 密度･･･20℃の水の密度確認
「3．内部液体」選択
→ 温度：T＝20℃、D＝998．203[kg/m3]
※温度を確認する。温度が 20℃でなければ再度 (1) からやり直し。

(4) スチーム
「4．液体中の音速」選択
→ 「1．内部データ」(20℃) 選択
＜水＞液体中の音速：a[m/s]＝1492．05

(5) 液体
「6．エタノール」選択

(6) 密度･･･20℃のエタノールの密度確認

(7) スチーム
「4. 液体中の音速」選択
→「1. 内部データ」(20℃) 選択
＜エタノール＞液体中の音速:a[m/s]＝1068. 32

(8) スチーム･･･アセトン中の音速
「4. 液体中の音速」選択
→「1. 外部データ」(20℃) 選択
体積弾性係数:K[GPa]入力＝0. 79365
密度:G[kg/m3]入力＝790
→ 液体中の音速:a[m/s]＝1002. 31

[N5] 無機化合物の飽和蒸気圧

『例題N－5』 無機化合物の飽和蒸気圧計算
流体:＜01＞四塩化炭素(CCl4)、20℃、100℃
＜02＞アンモニア(NH3)、0℃、50℃
＜13＞六フッ化硫黄(SF6)、0℃、40℃
＜23＞硫化水素(H2S)、0℃、50℃
＜25＞四塩化ケイ素(SiCl4)、0℃、50℃
＜33＞四塩化ゲルマニウム(GeCl4)、0℃、90℃
＜38＞シラン(SiH4)、-50℃、-20℃
＜43＞ホスフィン(PH3)、0℃、50℃
＜44＞アルシン(AsH3)、0℃、50℃
＜58＞ﾄﾘｸﾛﾛｼﾗﾝ(SiHCl3)、0℃、50℃
＜64＞四フッ化炭素(CF4)、-100℃、-50℃

【例題N－5解答】

(1) 単位変換(必要に応じて)
圧力単位を[kPa]に設定する。

(2) スチーム･･･四塩化炭素
「5. 無機化合物蒸気圧」選択
→ 無機化合物番号入力＝1
01 四塩化炭素 CCl4、沸点＝76.7[℃]、温度範囲＝-20～283.05[℃]
無機化合物飽和蒸気温度:Ts[℃]入力＝20
→ 飽和蒸気圧:Ps＝11.998[kPa]
「5. 無機化合物蒸気圧」選択
→ 無機化合物番号入力＝01
無機化合物飽和蒸気温度:Ts[℃]入力＝100
→ 飽和蒸気圧:Ps＝194.35[kPa]

(3) スチーム･･･アンモニア
「5. 無機化合物蒸気圧」選択
→ 無機化合物番号入力＝2
02 アンモニア NH3、沸点＝－33.4[℃]、温度範囲＝-77.73～132.45[℃]
無機化合物飽和蒸気温度:Ts[℃]入力＝0

→ 飽和蒸気圧:Ps＝４３０．１７[kPa]

「5. 無機化合物蒸気圧」選択

→ 無機化合物番号入力＝０１
無機化合物飽和蒸気温度:Ts[℃]入力＝５０

→ 飽和蒸気圧:Ps＝２０３３．２７[kPa]

以下操作手順は省略して計算結果を表にまとめる。

No	名称	化学式	温度 Ts[℃]	飽和蒸気圧 Ps[kPa]
０１	四塩化炭素	CCl4	２０	１１．９９８
０１	四塩化炭素	CCl4	１００	１９４．３５
０２	アンモニア	NH3	０	４３０．１７
０２	アンモニア	NH3	５０	２０３３．２７
１３	六フッ化硫黄	SF6	０	１３１３．５６
１３	六フッ化硫黄	SF6	４０	３４５４．６
２３	硫化水素	H2S	０	１０１６．７４
２３	硫化水素	H2S	５０	３５１３．３４
２５	四塩化ケイ素	SiCl4	０	１０．３２
２５	四塩化ケイ素	SiCl4	５０	７９．８６
３３	四塩化ゲルマニウム	GeCl4	０	３．４１
３３	四塩化ゲルマニウム	GeCl4	９０	１２２．９
３８	シラン	SiH4	－５０	１４６５．８８
３８	シラン	SiH4	－２０	３３５３．４６
４３	ホスフィン	PH3	０	２２１２．９４
４３	ホスフィン	PH3	５０	６３４９．３５
４４	アルシン	AsH3	０	８９７．７８
４４	アルシン	AsH3	５０	２６９５．３９
５８	トリクロロシラン	SiHCl3	０	２８．８９
５８	トリクロロシラン	SiHCl3	５０	１７０．３３
６４	四フッ化炭素	CF4	－１００	４９２．０５
６４	四フッ化炭素	CF4	－５０	３２８６．６５
２７	酸素	O2	１００K	２５３．８６
２８	窒素	N2	１００K	７８３．１６
２９	水素	H2	３０K	８２２．７７
３０	ヘリウム	He	５K	１９７．６７
３５	ネオン	Ne	４０K	１４６２．５６

［N６］有機化合物の飽和蒸気圧

『例題Ｎ－６』 有機化合物の飽和蒸気圧計算
流体:＜０１＞メタノール（CH3OH）、0℃、100℃
＜０２＞エタノール（C2H5OH）、0℃、100℃
＜１０＞アセトン（C3H6O）、0℃、100℃
＜１６＞エタン（C2H6）、-30℃、20℃
＜１７＞プロパン（C3H8）、0℃、50℃
＜２０＞ペンタン（C5H12）、0℃、100℃
＜３１＞エチレン（C2H4）、-50℃、0℃
＜３６＞アレン（C3H4）、0℃、50℃
＜４２＞トルエン（C7H8）、0℃、100℃
＜４７＞クメン（C9H12）、50℃、150℃
＜５９＞ジメチルエーテル（C2H6O）、0℃、100℃

【例題Ｎ－６解答】

（１）単位変換（必要に応じて）
圧力単位を[kPa]に設定する。

（２）スチーム･･･メタノール
「６．有機化合物蒸気圧」選択
→ 有機化合物番号入力＝１
０１ メタノール CH3OH、沸点＝６４．７１[℃]、温度範囲＝-44～240[℃]
有機化合物飽和蒸気温度:Ts[℃]入力＝０
→ 飽和蒸気圧:Ps＝３．９２１[kPa]
「６．有機化合物蒸気圧」選択
→ 有機化合物番号入力＝１
有機化合物飽和蒸気温度:Ts[℃]入力＝１００
→ 飽和蒸気圧:Ps＝３４８．２６７[kPa]

以下操作手順は省略して計算結果を表にまとめる。

No	名称	化学式	温度 Ts[℃]	飽和蒸気圧 Ps[kPa]
01	メタノール	CH3OH	0	3.921
01	メタノール	CH3OH	100	348.267
02	エタノール	C2H5OH	0	1.570
02	エタノール	C2H5OH	100	224.078
10	アセトン	C3H6O	0	8.934
10	アセトン	C3H6O	100	367.432
16	エタン	C2H6	－30	1070.73
16	エタン	C2H6	20	3747.83
17	プロパン	C3H8	0	474.328
17	プロパン	C3H8	50	1725.70
20	ペンタン	C5H12	0	24.446
20	ペンタン	C5H12	100	589.15
31	エチレン	C2H4	－50	1063.46
31	エチレン	C2H4	0	4095.26
36	アレン	C3H4	0	381.911
36	アレン	C3H4	50	1586.73
42	トルエン	C7H8	0	0.8947
42	トルエン	C7H8	100	74.261
47	クメン	C9H12	50	2.484
47	クメン	C9H12	150	94.995
59	ジメチルエーテル	C2H6O	0	263.826
59	ジメチルエーテル	C2H6O	100	3253.85